

FOX na Usina

Nº 10 – Out/19

TÓPICOS

Nesta Edição:

Condensador de Superfície - Gigante Desconhecido – I

- Princípios de funcionamento;
- Extração de Ar;

Próxima Edição:

Condensador de Superfície - Gigante Desconhecido – II

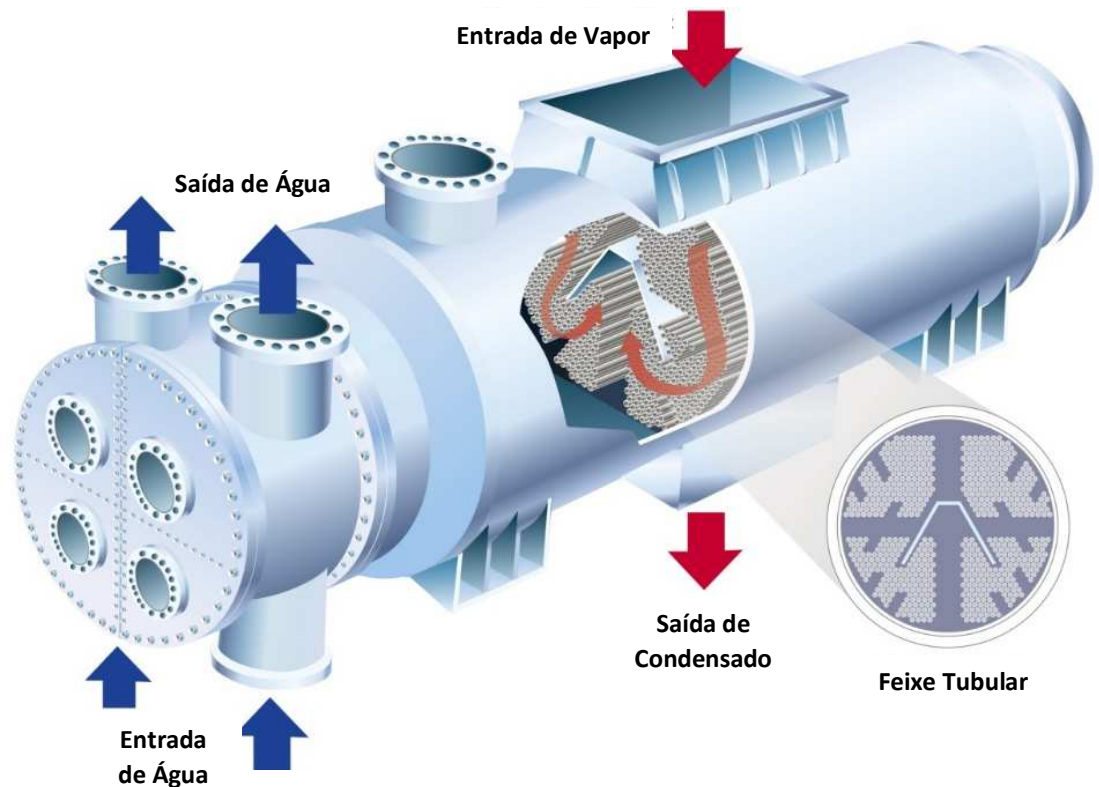
- Tipos de Extração de Ar;
- Principais parâmetros;

Condensador de Superfície - Gigante Desconhecido - I

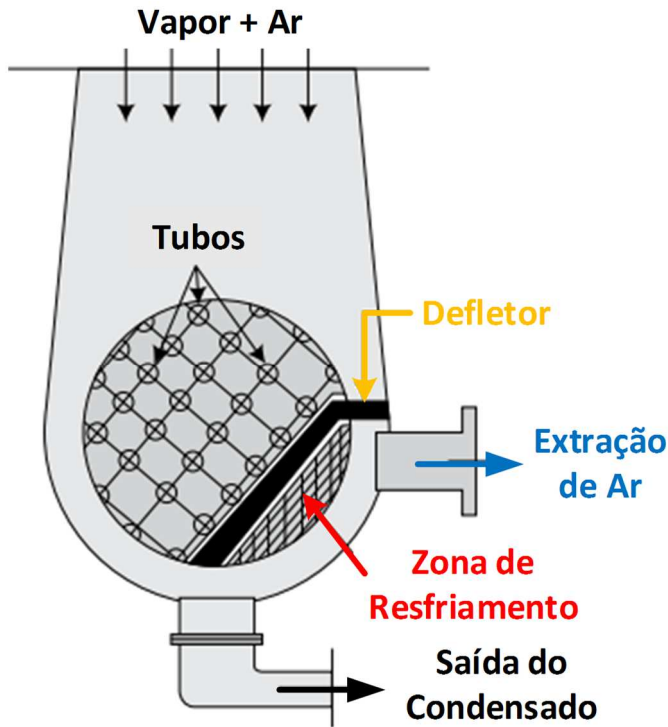
A rentabilidade das usinas brasileiras foi mantida nas últimas safras principalmente por dois produtos: etanol e energia elétrica, sendo que nesta última, temos duas formas de gerar energia com vapor.

- **Turbinas de contra-pressão:** A turbina reduz a pressão do vapor para $\sim 2,5 \text{ kgf/cm}^2$ abs a uma temperatura de $\sim 126^\circ\text{C}$ e, para então ser utilizado na fábrica de açúcar e na destilaria, não ocorrendo condensação durante a geração de energia;
- **Turbinas de Condensação:** A pressão é reduzida pela turbina para $\sim 0,12 \text{ kgf/cm}^2$ abs com temperatura de 49°C , com este maior diferencial de pressão entre a entrada e a descarga, temos uma maior quantidade de energia extraída do vapor. Neste sistema o vapor se condensa na geração de energia e o condensado é bombeado para o desareador para então alimentar novamente a caldeira.

Vamos falar sobre o condensador instalado na saída da turbina de condensação que é conhecido como Condensador de Superfície e por operar com pressão abaixo da atmosférica (Vácuo), tem várias características bem particulares.



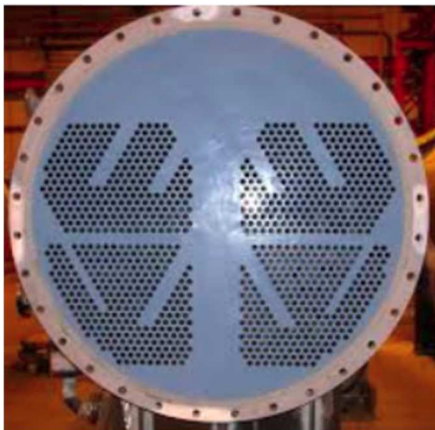
Destaco que na reposição de água na caldeira, temos o desaerador cujo função é retirar o ar presente na água, mas sua retirada completa não é possível de se atingir, então o vapor gerado na caldeira ainda contem ar que, por ser incondensável nas condições de operação do condensador, acaba se acumulado no ambiente de menor pressão, que é exatamente no interior do condensador de superfície e temos que extrai-lo para manter a produção de energia mais alta possível.



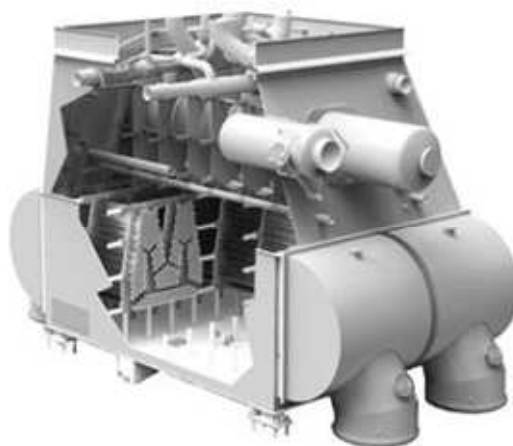
Na ilustração à esquerda podemos ver a entrada de vapor na parte superior do condensador, onde ao ter contato com os tubos com temperatura menor, o vapor d'água se condensa e desce, os incondensáveis (Ar composto basicamente por $N_2 + O_2$) tendem a acumular na parte inferior do condensador, posicionando estrategicamente um defletor, podemos criar uma região onde o ar se acumula e pode ser extraído por uma bomba de vácuo ou por um sistema com ejetores e trocadores de calor. A zona de resfriamento é importante para podermos aumentar a densidade do ar purgado, melhorando o funcionamento seja da bomba de vácuo ou dos ejetores. Nesta mesma zona de resfriamento por causa do maior teor de O_2 , é comum utilizar tubos de maior resistência à corrosão, diferente dos demais da zona de condensação, este conceito aumenta a durabilidade do conjunto sem onerar significativamente os custos. Nas situações de problemas no sistema de extração de ar, os incondensáveis se acumulam no interior do equipamento, aumentando sua pressão parcial e, conseqüentemente aumenta a pressão total reinante no condensador (Pressão parcial do vapor + pressão parcial dos incondensáveis) diminuindo substancialmente a potência na turbina e, conseqüentemente reduz a energia produzida.

O *lay-out* dos tubos no espelho do condensador é muito importante para uma boa distribuição do vapor e purga do ar, podendo variar em função de várias características, tais como:

- *Know-how* do fabricante em relação ao perfil de fluxo de vapor descarregado pela turbina já que este fluxo não é uniforme, chegando até em casos de grandes usinas térmicas, utilizar ferramentas de análise por CFD (*Computational Fluid Dynamics* ou análise computacional da dinâmica dos fluidos), para se definir o melhor perfil de arranjo dos tubos no espelho.
- Tamanho do condensador, normalmente para pequenas capacidades são colocadas até duas saídas de incondensáveis e para portes maiores podemos ter várias purgas;
- Formato do condensador: Para capacidades pequenas e até "médias" são utilizados formatos cilíndricos, já para grandes capacidades o formato é retangular;
- Divisões da Caixa D'Água: Para permitir a parada parcial do condensador para limpeza dos tubos;



Condensador Cilíndrico



Condensador de Termo Elétrica



Condensador Semi-Cilíndrico

Na próxima edição do FOX na Usina abordaremos os sistemas de extração de incondensáveis e os principais parâmetros de cálculo visando uma otimização do dimensionamento do condensador com o objetivo de atingir o maior intervalo possível entre limpezas dos tubos.

Álvaro Salla

