

# Recuperação Econômica e Segura de Sal de Austêmpera

**Walter Nikkel, professor do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Paraná (UFPR)**

**As peças, quando saem do banho de sal, arrastam considerável quantidade deste sal para dentro do primeiro tanque de enxágue. Se este sal não for recuperado, o mesmo tem que ser restituído no banho de sal por sal novo e a concentração no(s) tanque(s) de enxágue subirá continuamente**

A recuperação de sal de austêmpera tem como objetivo básico a redução do custo do processo de austêmpera. Este processo utiliza um banho de sal, normalmente a base de nitratos e nitritos de sódio para a transformação isotérmica da austenita em bainita. As peças, quando saem do banho de sal, arrastam considerável quantidade deste sal para dentro do primeiro tanque de enxágue. Se este sal não for recuperado, o mesmo tem que ser restituído no banho de sal por sal novo e a concentração no(s) tanque(s) de enxágue subirá continuamente. Quando a água do segundo e último tanque de enxágue atingir aproximadamente a concentração de 2% em peso deve ser descartada e tratada. Os custos da reposição do sal e do tratamento da água de enxágue são elevados e contribuem significativamente para o custo do processo de austêmpera.



**Fig. 1. Recuperador de sal montado diretamente em cima do forno a banho de sal**

A recuperação de sal por evaporação já está sendo praticada há muito tempo. É um processo relativamente simples. No entanto, existem alguns aspectos operacionais e de segurança complicados. O autor deste artigo trabalhou muitos anos aperfeiçoando o sistema de recuperação de sal em uma empresa que possui 4 fornos de austêmpera. Um problema a resolver é a tendência da solução de sal aumentar de volume, igual fervura de leite, causando transbordamento. Este aumento de volume pode atingir partes quentes do evaporador causando a liberação súbita de mais vapor, o que pode causar projeção de solução de sal para fora ou, se o evaporador estiver fechado, pode causar até explosão.

Por isto o recuperador/evaporador deve ser compacto e ter aberturas de alívio tubuladas para evitar a projeção de sal.

Para tornar econômica a recuperação de sal por evaporação, as linhas de austêmpera foram instaladas com dois tanques de enxágue em série para que a concentração no primeiro possa chegar acima de 12%, sem ultrapassar o limite de 2% no segundo, da onde saem as peças tratadas para a estufa de secagem. A solução de sal é recuperada do primeiro tanque de enxágue.

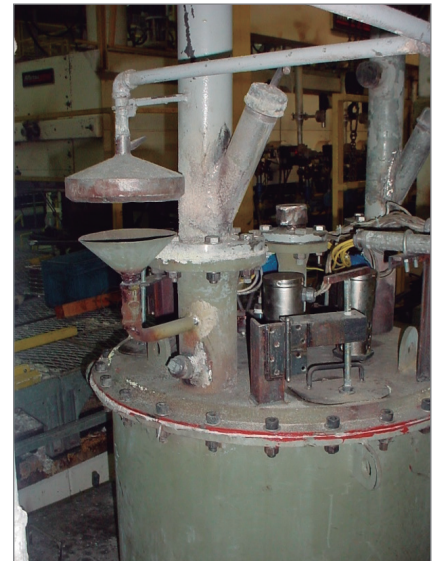
Quatro unidades deste tipo de recuperador de sal já estão funcionando satisfatoriamente há 3 anos. Cada recuperador tem 6 resistências de 6 kW, com cabeçotes especiais, totalizando a potência de 36 kW. Estas resistências ficam mergulhadas em um banho estanque do mesmo sal para melhor transmissão do calor e evitar o superaquecimento dos elementos das resistências. O banho das resistências trabalha na temperatura de 340°C a 360°C. A capacidade máxima de evaporação é de 30 litros por hora de solução de sal. Esta vazão é regulável através de bomba dosadora.

A Fig. 1 mostra o recuperador instalado em cima do forno a banho de sal e a Fig. 2

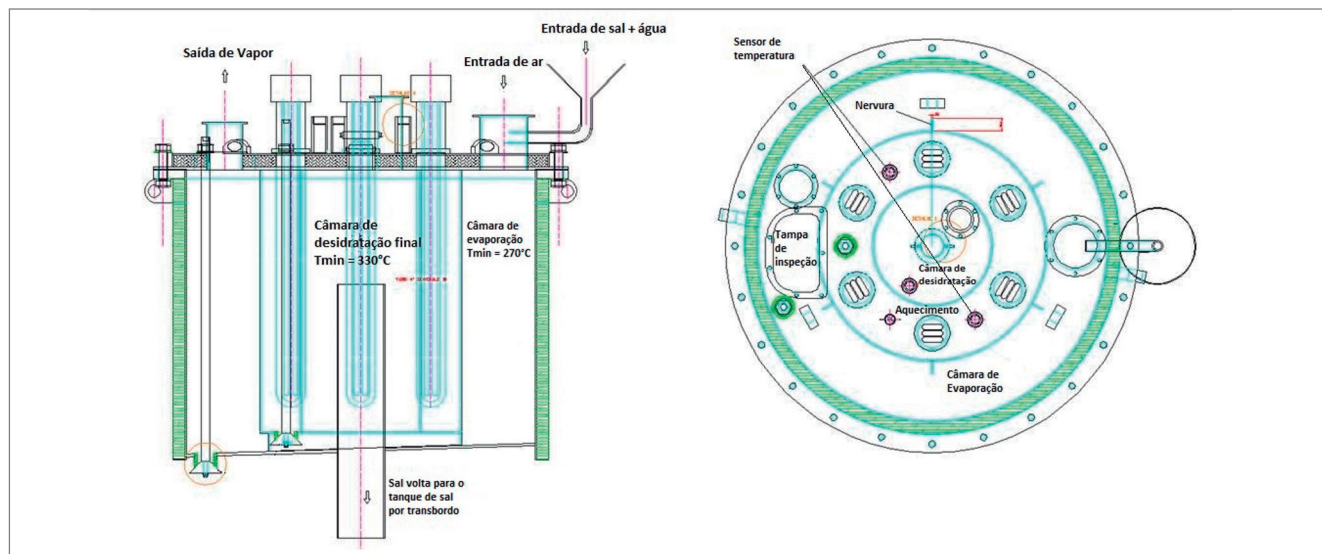
mostra o funil de entrada da solução de sal, assim como a tubulação de saída do vapor (3") e o tubo de alívio (4") por onde entra um pouco de ar sugado pelo ventilador. É necessário manter o interior do recuperador sob pressão levemente negativa para evitar a saída de vapor pelo funil de entrada da solução de sal.

A Fig. 3 mostra o esquema interno do recuperador de sal. A solução de sal entra fria na câmara de evaporação, que deve estar na temperatura mínima de 270°C. O vapor de água sai pelo tubo de 3" onde há pressão negativa proporcionada pelo ventilador montado na caixa de separação do condensado (Fig. 4), que fica em cima do segundo tanque de enxágue. O vapor é condensado no trecho horizontal inclinado deste tubo através de 2 bicos aspersores com água bombeada do segundo tanque de enxágue.

Como o vapor é condensado através da



**Fig. 2. Recuperador de sal, mostrando o funil de entrada da solução, instalado no tubo de alívio**



**Fig. 3. Esquema do recuperador de sal**

água do segundo tanque de enxágue, recupera-se a água evaporada e também o calor das resistências dissipado na evaporação, aquecendo-se a água deste segundo tanque de enxágue.

O sal recuperado na câmara de evaporação passa por debaixo do anel das resistências para a câmara interna, de desidratação final, onde a temperatura mínima é de 330°C. Nesta temperatura o sal está suficientemente desidratado para voltar ao banho de sal do forno pelo tubo central de transbordo.

### Descrição do Processo

Sempre que a concentração de sal no tanque de enxágue 1 estiver acima de 12 % de sal em



**Fig. 4. Caixa de separação do condensado**

pêso a solução de sal bombeada para dentro do recuperador é evaporada de forma contínua através do aquecimento indireto por resistências elétricas que estão reguladas para temperatura em torno de 350°C.

- O recuperador é instalado em cima do forno de sal para o sal recuperado fluir diretamente de volta para este forno. A taxa média de evaporação é de 20 litros/h para cada recuperador. A concentração máxima de sal no tanque de enxágue 1 não deve passar de 20%;

- Quando o nível de água no tanque de enxágue 1 baixa, uma chave de nível aciona uma bomba para enviar a água do tanque de enxágue 2;

- O nível no tanque de enxágue 2 é estabelecido com água da rua através de uma válvula de bóia.

Observações:

- A câmara desidratação final deve ter pelo menos 330°C para que o sal que retorna ao forno de sal esteja com teor de água quase nulo (água no sal prejudica a atmosfera do forno);

- Na saída do exaustor, que puxa o vapor do recuperador, há apenas um pequeno fluxo de ar úmido (aproximadamente 20 m<sup>3</sup>/h).

### Considerações Econômicas

Custos:

- Custo líquido do sal de austêmpera: R\$ 5.90/kg;
- Custo da energia elétrica (solução a 12%)\*: R\$ 1.30/kg;
- Custo da energia elétrica em %: 22.0%
- Não há custos de disposição e trata-

mento de efluentes;

- Quantidade de sal recuperado por forno de austêmpera: 1,500 kg/mês.

\* Não trabalhando no horário de ponta (18:00 – 21:00 H)

### Manutenção Preventiva

Cada segundo dia deve-se verificar, com uma haste de aço, se todos os tubos estão desobstruídos. Esta operação leva em torno de 10 minutos. Cuidado especial requer o tubo de descida do sal para o banho de sal. Existe uma tampa manual acima deste tubo que permite fácil desobstrução em caso de entupimento.

Ao longo do tempo formam-se sedimentos insolúveis dentro do recuperador, provenientes da água de reposição no sistema de enxágue (parte da água evapora-se para o ambiente) e de sujidades das peças tratadas. Por isto é necessário abrir e limpar o recuperador periodicamente (a cada 6 meses). Enquanto ainda quente, se solta os parafusos do flange e retira-se a tampa com as resistências para acesso ao interior do recuperador.

### Conclusão

Este sistema de recuperação de sal de austêmpera apresentado é um meio econômico e seguro de recuperar o sal de austêmpera com baixo investimento de capital. O sistema é de alta confiabilidade, desde que seja feita a manutenção preventiva. **IH**

Walter Nikkel é professor do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Ele pode ser contatado em: nikkel@ufpr.br.