

ENGENHARIA CUSTOMIZADA RESFRIAMENTO DE CLÍNQUER

**ULRICH MROWALD E UWE SPRINZ,
CLAUDIUS PETERS PROJECTS
GMBH, ALEMANHA, DEMONSTRAM
A IMPORTÂNCIA DA ENGENHARIA
CUSTOMIZADA NO RESFRIAMENTO
DE CLÍNQUER.**

Mudanças na estrutura e no foco dos produtores de cimento levaram inevitavelmente a mudanças das exigências para os fornecedores de resfriadores. Se o foco ontem era em novas plantas ou em grandes plantas, a demanda do futuro pode ser facilmente a modernização ou extensão das

linhas de produção existentes. Nesse caso, será necessária área industrial ao invés de uma nova área. Nessa hora se torna inevitavelmente um fator crucial e as exigências de logística aumentam significativamente. Tais exigências demandam um conceito de resfriamento que seja mecanicamente flexível e altamente eficiente em relação ao processo. A realização de tais conceitos necessita de planejamento e engenharia baseados em softwares orientados ao objetivo. O planejamento e conversão necessários serão demonstrados usando como exemplo uma modificação de resfriador, na qual um resfriador moderno de clínquer foi substituído por uma quinta geração do resfriador: o resfriador ETA.





Figura 1. Engenharia de sopradores de ar de resfriamento



Figura 2. Posicionamento da ventilação lateral



Figura 3. Câmaras de ar preparadas

Exigências de qualidade no planejamento e engenharia do resfriador

Funcionamento com base em banco de dados e cruzamento das ferramentas de planejamento dos sistemas CAD, PDM e ERP são a base para planejamento do resfriador de última geração. Assim como são usados o software CAE para planejamento eletrotécnico e de processos e a documentação "Base de Engenharia da AUCOTEC". Como exemplo, a Figura 1

mostra o planejamento de um soprador de ar de resfriamento com Base de Engenharia como uma seção de fluxograma de P&I do resfriador. A lista reduzida de equipamentos no lado direito da Figura 1 indica as alocações de componentes únicos do fluxograma. Todas as mudanças que ocorrem durante uma das fases do projeto são registradas de forma centralizada e são informadas instantaneamente a todos os departamentos envolvidos. As solicitações adicionais do cliente relativas à tecnologia de medição ou ajustes de capacidade, bem como as modificações exigidas pela engenharia civil, são imediatamente processadas. Dessa forma, as pessoas responsáveis pelo orçamento e processos, bem como os engenheiros de construção, de elétrica e de automação terão sempre a mesma informação. A coleta múltipla de dados é omitida. Isso acelera o processo como um todo e evita possíveis fontes de erros. O manuseio confortável permite o processamento dos dados de acordo com a nomenclatura do cliente. Dicionários integrados adaptam a documentação ao idioma local com uma simples comutação.

Projeto de modificação na TCC Chongqing da linha de forno 1 na China

Até hoje 26 resfriadores ETA já estão em operação apenas na China. Sua confiabilidade operacional e baixos custos operacionais convenceram a Taiwan Cement Corporation (TCC) a substituir um resfriador relativamente novo de clínquer por um resfriador de quinta geração: o resfriador ETA. TCC tem uma capacidade total de produção de aproximadamente 55 milhões de toneladas de clínquer / ano em dezenove plantas. As linhas de fornos estão equipadas com diferentes resfriadores de clínquer. Em 2014, TCC decidiu substituir o resfriador da linha no. 1 do forno, na planta de Chongqing, por um resfriador CP ETA. Devido ao espaço no local e a capacidade necessária de 5500 tpd, foi entregue um resfriador do modelo ETA 1078 S. Trata-se de um resfriador ETA com uma entrada estática de 10 fileiras e uma largura de 7 linhas, o qual conduz o clínquer através de 8 câmaras até a saída do resfriador. A letra "S" significa semi-modular e destaca o alto nível de modularidade do resfriador ETA necessário para este tipo de modificação.

Montagem da parte inferior do novo resfriador

A substituição de um resfriador em uma determinada estrutura de instalação é sempre um desafio logístico de engenharia. Para a planta de Chongqing da TCC, o seguinte foi aplicado:

- Presumiu-se manter a parte superior do resfriador inalterada, se possível.
- Presumiu-se que o novo resfriador seria integrado à estrutura da parede lateral da parte inferior existente.
- A inclinação existente da parte inferior de 5° deveria ser mantida.
- Utilização posterior do existente quebrador de rolos no final do resfriador.

Na primeira etapa da montagem, a estrutura lateral da parede existente era suportada pela parte inferior e superior. Depois a parte inferior do resfriador foi completamente retirada, com exceção da parede lateral. Ao mesmo tempo, o motor hidráulico existente, dutos de ar e ventiladores de ar de resfriamento foram desmontados e a parede lateral existente

foi preparada para as novas conexões. O resfriador estava agora pronto para a montagem dos novos componentes. O trabalho se iniciou com a instalação da estrutura de suporte para a entrada do módulo estático e os novos perfis de parede lateral com ventilação lateral integrada, como mostrado na Figura 2. Por meio da ventilação lateral, um fornecimento controlado de ar para as áreas críticas, nas quais os rios vermelhos podem ocorrer, se tornou possível.

Após a soldagem na parede da primeira partição da câmara, o resfriador foi instalado, seção por seção, de frente para trás. A Figura 3 mostra as paredes da primeira partição na área da ventilação lateral. Na próxima etapa, como mostrado na figura 4, a instalação dos rolos e suportes de acionamento, bem como a pré-montagem dos cilindros hidráulicos, são iniciadas.

Depois as fileiras puderam ser instaladas de frente para trás e puderam ser conectadas umas com as outras em uma direção longitudinal. Após a instalação dos selos longitudinais entre as fileiras, a entrada estática, incluindo o selamento transversal para as fileiras móveis, pôde ser finalizada. A Figura 5 mostra esta área de transição, a qual requer atenção especial em todo resfriador. Devido ao movimento relativamente devagar do clínquer de 3 – 4 spm, uma altura de camada de clínquer quase que completamente uniforme é garantida. As temperaturas críticas que ocorrem nos resfriadores convencionais de grelhas são desconhecidas no resfriador ETA. Sensores térmicos que foram originalmente instalados na área inferior das fileiras mostram temperaturas consistentemente baixas de aproximadamente 50°C, e por isso, tais pontos de medição não são mais necessários e podem ser omitidos, já que também é o caso para este projeto de modernização.

Enquanto o trabalho dentro do resfriador estava ocorrendo, todo o trabalho necessário do lado de fora também era realizado, tais como instalação do motor hidráulico, ventiladores de ar de resfriamento mais os dutos de ar e, por exemplo, a nova instalação do quebrador de rolos existente no final do resfriador. Após a instalação da nova alvenaria, da tecnologia necessária de medição e controle e da finalização do remanescente trabalho mecânico, as fileiras foram preenchidas com seixos para formar uma camada protetora e então o resfriador pôde ser comissionado sem material em abril de 2015. O primeiro clínquer foi refrigerado apenas alguns dias depois.

Operação do resfriador ETA

Em uma carga específica de 45,3 t/dm² e 1,78 Nm³/kg de ar de resfriamento, uma temperatura de clínquer frio de 65°C acima da temperatura ambiente é alcançada. O resfriamento intensivo do clínquer é realizado por um tempo longo de retenção dentro do resfriador. Em uma velocidade máxima de movimentação de 4 min⁻¹, o resfriador ETA pode ser operado com alturas de camada de clínquer de até 1300 mm. Isso afeta o nível de recuperação, que é incomparavelmente alto com 75,5% em quantidades baixas de ar de recuperação. Referindo-se a KPIs de renomados produtores, isso corresponde a um valor K de 1,74, ou uma referência de 116,3%.



Figura 4. Resfriador preparado para instalação das fileiras



Figura 5. Transição entre a entrada estática e as fileiras.

Soluções para condições operacionais difíceis

A formação de bonecos de neve pode ser prevenida de forma segura? As medidas preventivas relativas às matérias-primas são amplamente conhecidas, mas apenas podem ser aplicadas a uma extensão limitada, devido às características dos pátios de material. Os materiais de combustão secundários, cada vez mais usados, nem sempre atendem as exigências necessárias de qualidade estável. Embora seja possível ajustar os modernos fornos de forma que a combustão rápida possa ser realizada, o que também reduz a formação de bonecos de neve, ainda há um risco residual. Uma particularidade dos resfriadores operados na China são os chamados empurradores. Eles geralmente são instalados no lado frontal do resfriador e podem, se necessário, serem empurrados em aproximadamente 1 m em direção ao resfriador. Tais empurradores também foram instalados no resfriador original e foram mantidos mediante solicitação do cliente. Na Figura 5 eles podem ser vistos a aprox. 0,5 m acima da grelha estática. Os empurradores são movidos

ao primeiro sinal de formação de bonecos de neves e podem prevenir um aumento maior de bonecos de neve, juntamente com outras medidas implementadas pela CP.

Devido à altura existente de descarga abaixo da saída do forno, uma inclinação de 9° foi selecionada para a entrada estática. Isso vai levar a uma camada ligeiramente maior de clínquer se comparado à inclinação padrão de 15° e vai reduzir a profundidade de imersão de qualquer sedimento que possa levar à formação de bonecos de neve. Dessa forma, o risco de formação de bonecos de neve será reduzido.

Problemas relativos a design muito plano que podem prevenir uma queda rápida do material fora da carga estática não foram confirmados.

O conhecido fenômeno de rio vermelho é apenas a obstrução para operação do resfriador, assim como a formação e crescimento de bonecos de neve.

Principalmente na fina lateral do fluxo do resfriador, o clínquer bem quente passa mais rápido pela saída do resfriador do que o clínquer remanescente. No resfriador ETA, este processo é desacelerado pela fileira que está transportando para frente o material. Como já conhecido no resfriador ETA desde seu primeiro comissionamento em 2004, os ciclos de movimentos variáveis de fileiras únicas podem influenciar ativamente a conduta de transporte e o tempo de retenção do clínquer ao longo do resfriador. Um atraso do

movimento para frente aumenta o tempo de retenção na área lateral crítica. Ao mesmo tempo, a ventilação lateral mostrada na Figura 2 força o ar de resfriamento para circular pela camada de clínquer nesta área. No caso de difíceis condições de clínquer resultantes da operação de forno, estas duas características – o tempo maior de retenção e a ventilação controlada – proporcionam uma prevenção prematura do rio vermelho e garantem que seu calor seja transferido ao ar de recuperação.

Perspectiva

Devido aos resultados positivos após a substituição do resfriador de clínquer existente por um resfriador CP ETA, TCC decidiu em 2016 também substituir o resfriador de clínquer existente da linha de forno 2 de Chongqing e da linha de forno 2 de Anshun por um resfriador ETA do mesmo tipo de construção. Atualmente mais de 70 resfriadores ETA com capacidades de até 13.000 tpd estão em operação.

