

# INGENIERIA PERSONALIZADA Y ENFRIADOR DE CLINKER.

ULRICH MROWALD Y UWE SPRINZ,  
CLAUDIUS PETERS PROJECTS  
GMBH, ALEMANIA, DEMUESTRAN  
LA IMPORTANCIA DE LA  
INGENIERÍA PERSONALIZADA EN  
ENFRIADOR DE CLINKER.

Los cambios en la estructura y el enfoque de los productores de cemento inevitablemente llevan a cambios en los requerimientos de los proveedores de enfriadores. Si el día de ayer se centraba en nuevas plantas o en grandes plantas, la demanda de mañana podría ser fácilmente la modernización o la extensión de las líneas de

producción existentes. En ese caso se requiere brownfield en lugar de greenfield. Así, el tiempo inevitablemente se convierte en un factor crucial y los requisitos logísticos aumentan significativamente. Tales requisitos exigen un concepto de enfriador que sea mecánicamente flexible y altamente eficiente con respecto al proceso. La realización de tales conceptos requiere una planificación e ingeniería orientada a objetivos, basada en software. La planificación y la conversión requeridas se demostrarán usando una modificación del enfriador del ejemplo donde un enfriador moderno de clínker se ha sustituido por un enfriador de quinta generación: el enfriador de ETA.



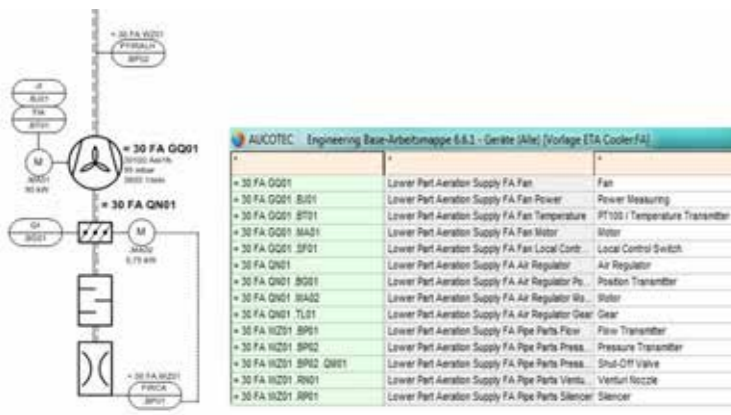


Figura 1. Ingeniería de ventiladores de refrigeración.



Figura 2. Posicionamiento de la aireación lateral.



Figura 3. Cámaras de aire preparadas.

### Requisitos de calidad en la planificación del enfriador y la ingeniería

El trabajo basado en bases de datos y el entrecruzamiento de las herramientas de planificación de los sistemas CAD, PDM y ERP son la base para la planificación del enfriador de última generación. Se utilizan los softwares CAE para los

procesos y planificación electromecánica y Autocad para la documentación de Ingeniería básica. Como ejemplo, la figura 1 muestra la planificación de un ventilador de refrigeración con ingeniería básica así como con base de ingeniería como una sección de un diagrama de flujo del enfriador P & I.

La lista abreviada de equipos en el lado derecho de la Figura 1 indica la asignación de los componentes individuales del diagrama de flujo. Todos los cambios que se producen durante una de las fases del proyecto se registran de forma centralizada y son conocidos instantáneamente por todos los departamentos involucrados. Las solicitudes complementarias del cliente en relación con la tecnología de medición o ajustes de capacidad, así como las modificaciones requeridas por la ingeniería civil, se procesan rápidamente. De esta manera los responsables de presupuesto y procesos, así como los ingenieros de construcción, electricidad y automatización, siempre tienen los mismos datos actualizados. Se omite la colección múltiple de datos. Esto acelera el proceso como un conjunto y evita posibles fuentes de error. Un manejo cómodo permite el procesamiento de datos de acuerdo con la nomenclatura del cliente. Los diccionarios integrados adaptan la documentación al idioma local con una simple conmutación.

### Modificación del Proyecto TCC Chongqing horno línea 1 en China

Hasta la fecha 26 enfriadores ETA están ya operativos sólo en China. Su fiabilidad operativa y los bajos costes operativos convencieron a Taiwan Cement Corporation (TCC) a reemplazar un enfriador clinker relativamente joven con un enfriador de quinta generación: el enfriador ETA. TCC tiene una capacidad total de aproximadamente 55 millones tpy de Clinker en diecinueve plantas. Las líneas del horno están equipadas con distintos enfriadores de Clinker. En 2014 TCC decidió reemplazar el enfriador de la línea de horno no.1 en la planta de Chongqing con un enfriador CP ETA. Debido a la situación del espacio en el sitio y de la capacidad requerida de 5500 tpd, un enfriador tipo ETA 1078 S fue entregado. Este es el enfriador ETA con una entrada de 10 filas y una anchura de 7 carriles, que transporta el Clinker a través de 8 cámaras a la salida del enfriador. La letra S significa semi-modular y señala el alto grado de modularidad del enfriador ETA requeridos para este tipo de modificación.

### Montaje de la nueva parte inferior del enfriador

El reemplazamiento de un enfriador en una estructura de planta dada es siempre un desafío logístico de ingeniería. Para la planta de TCC Chongqing se aplica lo siguiente:

- La parte superior del enfriador debía permanecer inalterada, si era posible.
- El nuevo enfriador debería estar integrado en la estructura de pared lateral existente de la parte inferior.
- La inclinación existente de la parte inferior de 5° debería ser mantenida.
- Uso adicional del triturador de rodillos existente en el extremo del enfriador.

En el primer paso del montaje el lado existente de la estructura de la pared es soportado por la parte inferior y superior. Después la parte inferior del enfriador fue completamente destruido excepto por el lado de la pared. Al mismo tiempo el accionamiento hidráulico existente, los conductos de aire y los ventiladores de aire del enfriador fueron desmontados y la parte de la pared existente fue preparada para las nuevas conexiones. El enfriador ya estaba listo para el montaje de los nuevos componentes. El trabajo comenzó con la estructura de soporte para la entrada

estática y los nuevos perfiles de pared lateral con aireación lateral integrada, como se muestra en la Figura 2. Mediante la aireación lateral se consiguió un suministro de aire controlado a las áreas críticas, donde podrían producirse los ríos rojos.

Después de la soldadura en la primera pared divisoria de la cámara, el enfriador fue instalado sección por sección desde el frente hasta el final. La figura 3 muestra las primeras paredes de separación en el área de la aireación lateral.

En el siguiente paso, como se muestra en la figura 4, la instalación de los rodillos y el soporte del accionamiento así como el pre-montaje de los cilindros hidráulicos, puestos en marcha.

Posteriormente, los carriles se podrían instalar desde el frente hasta el extremo y podrían estar conectados entre sí en una dirección longitudinal. Después de la instalación de los sellos longitudinales entre los carriles, la entrada estática que incluye el sellado transversal a los carriles móviles podría ser completada. La Figura 5 muestra este área de transición, que requiere una atención especial en cada enfriador. Debido al movimiento de clinker relativamente lento de 3 - 4 spm, se garantiza una altura de lecho de clinker casi completamente uniforme. Las temperaturas críticas que se producen en los enfriadores de rejillas convencionales son desconocidas en el enfriador ETA. Los sensores térmicos que se han instalado originalmente en la zona inferior de los carriles muestran temperaturas constantemente bajas de alrededor de 50 °C, de modo que estos puntos de medición ya no son necesarios y pueden omitirse, como es también el caso de este proyecto de modernización.

Mientras el trabajo dentro del enfriador sigue su curso, todo el trabajo requerido fuera también tiene lugar, como la instalación del accionamiento neumático, los ventiladores de aire del enfriador, conductos de aire y, por ejemplo, la nueva instalación del triturador de rodillos existente al final del enfriador. Después de la instalación del nuevo ladrillo, la medición requerida y tecnología de control y la terminación del trabajo mecánico restante, los carriles fueron llenados con los guijarros para formar una capa protectora y entonces el enfriador podría ser puesto en marcha sin material en abril de 2015. El primer clinker fue enfriado solamente algunos días más tarde.

### Operación del enfriador ETA

Con una carga específica de 45,3 t / dm<sup>2</sup> y 1,78 Nm<sup>3</sup> / kg de aire de refrigeración, se consigue una temperatura de clinker frío de 65 °C por encima de la temperatura ambiente. El enfriamiento intensivo del clinker se realiza por un largo tiempo de retención dentro del enfriador. Con un número máximo de golpes de 4 min<sup>-1</sup>, el enfriador ETA puede funcionar con alturas de lecho de clinker de hasta 1300 mm. Esto afecta el grado de recuperación, que es incomparablemente alto con un 75,5% en cantidades de aire de recuperación baja. Refiriéndose a los KPI de productores de renombre, esto corresponde a un valor K de 1,74, o un índice de referencia del 116,3%.



Figura 4. Enfriador preparado para la instalación de los carriles.



Figura 5. Transición entre la entrada estática y los carriles.

### Soluciones para condiciones de funcionamiento difíciles

¿Se puede prevenir con seguridad la formación de muñecos de nieve? Las contramedidas relativas a las materias primas son ampliamente conocidas, pero sólo pueden realizarse en una medida limitada debido a las características de los parques de almacenamiento. Los materiales de combustión secundaria cada vez más utilizados no siempre cumplen los requisitos relativos a los requisitos requeridos de calidad estable. Aunque es posible ajustar los quemadores de horno modernos de tal manera que se pueda lograr una combustión rápida, lo que también reduce la formación de muñecos de nieve, sigue existiendo un riesgo residual.

Una particularidad de los enfriadores operados en China son los llamados empujadores. En su mayor parte están dispuestos en la parte delantera del enfriador y, si es necesario, pueden empujarse aproximadamente 1 m en el enfriador. Estos empujadores también se habían instalado en el enfriador original y se mantuvieron a petición del cliente. En

la Figura 5 se pueden ver aproximadamente 0,5 m sobre la rejilla estática. Los empujadores se mueven en los primeros signos de la formación de un muñeco de nieve y deben evitar un aumento adicional del muñeco de nieve junto con otras medidas implementadas por CP.

Debido a la altura de descarga existente bajo la salida del horno, se ha seleccionado una inclinación de 9° para la entrada estática. Esto conducirá a una capa del clinker ligeramente aumentada en comparación con la de la inclinación estándar de 15° y reducirá de este modo la profundidad de inmersión de cualquier depósito que podría contribuir a la formación de muñecos de nieve. De esta manera se reducirá el riesgo de formación de muñecos de nieve. No se ha confirmado que un diseño demasiado plano pueda impedir un deslizamiento rápido del material fuera de la entrada estática.

El fenómeno conocido del río rojo es tan obstructivo para el funcionamiento del enfriador como la formación y el crecimiento de muñecos de nieve. Sobre todo en el lado de flujo fino del enfriador, el clinker caliente fino fluye más rápido hacia la salida del enfriador que el clinker restante. En el enfriador ETA, este proceso se ralentiza por el carril que está retrasando el movimiento hacia delante del material. Como se sabe del enfriador ETA desde su primera puesta en marcha en 2004, los ciclos de movimiento variables de los carriles individuales pueden influir activamente en el comportamiento de transporte y en el tiempo de retención del clinker sobre el ancho del enfriador. Un retardo del movimiento hacia delante incrementa el tiempo de retención en el área lateral crítica. Al mismo tiempo, la aireación lateral mostrada en la figura 2 fuerza al aire de refrigeración a fluir a través de la capa de clinker en esta zona. En caso de condiciones de clinker difíciles resultantes de la operación del horno, estas dos características -el aumento del tiempo de retención y la aireación controlada- conducen a una detención temprana del río rojo y aseguran que su calor se transfiera al aire de recuperación.

#### **Pronóstico**

Debido a los resultados positivos después de la sustitución del enfriador de clinker existente por un enfriador CP ETA, TCC decidió en 2016 también reemplazar el enfriador de clinker existente de la línea 2 del horno Chongqing y el de la línea 2 del horno Anshun por un enfriador ETA de la misma construcción tipo.

En la actualidad, más de 70 enfriadores ETA con capacidades de hasta 13 000 tpd están en funcionamiento.

