Janine Keune. Product Manager del departamento Process Technology. Lechler Alemania
Pedro Martín. Responsable del departamento Process Technology. Lechler España

Del calor al frío en enfriadores clínker

Tradicionalmente se ha recurrido al uso de ventiladores en el enfriador del clínker. Esta solución ha sido superada por la inyección de agua atomizada de forma controlada a través de boquillas con retorno. Las ventajas conseguidas con la inyección controlada de agua son varias: ahorro significativo de energía al reducir el volumen de aire que debe manejar el ventilador ID, disminución de la carga en equipos como filtros de mangas, aumento de la flexibilidad en la producción para adaptarse a las condiciones variables de producción y mejora de la calidad y características del clínker debido a este enfriamiento controlado.

Estas ventajas se consiguen utilizando boquillas de atomización como la Spillback con retorno, estudios CFD cuando se consideren necesarios, unos equipos de regulación a medida, y un soporte y acompañamiento al cliente facilitado por empresas especializadas como Lechler.

En el complejo mundo de la producción de cemento, la eficiencia de cada paso influye significativamente en el proceso global. Un aspecto crucial es el enfriamiento del clínker, un proceso intermedio esencial en la fabricación del cemento.

El clínker demanda un enfriamiento rápido y eficiente para preservar su calidad y características. Tradicionalmente, el enfriamiento del aire con ventiladores ha sido la solución más común. Sin embargo, los sistemas de inyección de agua se utilizan desde hace tiempo como un método eficaz para enfriar el gas de clínker.

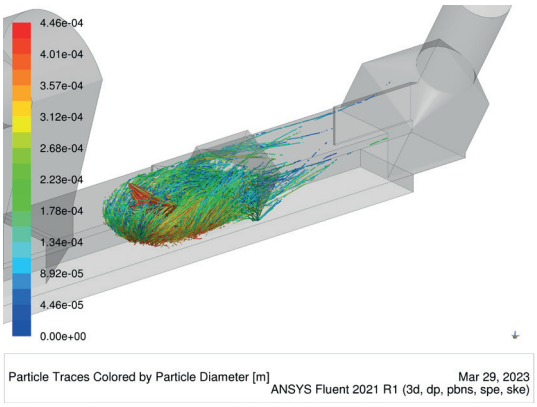
Los sistemas de inyección de agua funcionan rociando agua en el enfriador de clínker. El agua se evapora rápidamente, absorbiendo el calor del proceso y contribuyendo así a un enfriamiento rápido. Este método no sólo acelera la velocidad de enfriamiento, sino que también ayuda a evitar tensiones térmicas, garantizando la calidad y la integridad del producto final de cemento.

Una ventaja que a menudo se pasa por alto de lossistemas de inyección de agua es su impacto en elvolumen de gas. Como el agua se evapora en el enfriador de clínker, seenfría los gases, lo que provoca una reducción del volumen de gas. Esta reducción disminuye la carga de los equipos posteriores, como los filtros de mangas, mejorando la eficacia operativa, reduciendo el consumo eléctrico del ventilador ID y disminuyendo los requisitos de mantenimiento. Alternativamente, aumenta la flexibilidad deloperador de la planta para mejorar la capacidad de producción.

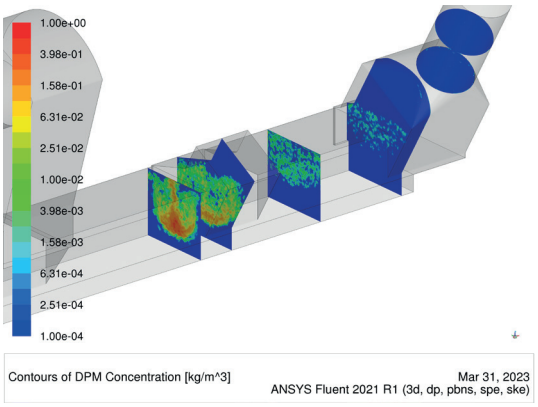
Aunque el concepto de inyección de agua en elenfriamiento del clínker no es nuevo, su importancia sigue subestimándose. Mediante la inyección estratégica de agua en el enfriador de clínker, los fabricantes pueden lograr un control preciso del proceso de enfriamiento, garantizando una temperatura uniforme y una eficacia de refrigeración óptima. Los sistemas de inyección de agua proporcionan la flexibilidad necesaria para ajustar las velocidades de enfriamiento según las demandas de producción y las composiciones del clínker, lo que los convierte en un valioso activo en las instalaciones de producción de cemento de todo el mundo.

Este artículo profundiza en un caso práctico de una cementera francesa que quería mejorar su proceso de enfriamiento del clínker. En colaboración con Lechler, especialista en sistemas de pulverización, utilizaron técnicas avanzadas para mejorar su sistema de refrigeración. El caso de estudio ilustra la importancia y eficacia duraderas de los sistemas de inyección de agua en la fabricación de cemento, desde la evaluación inicial hasta la aplicación práctica. Se examina el proyecto, profundizando en las consideraciones de diseño, los retos afrontados y las soluciones desarrolladas a lo largo del proceso. Este estudio de caso ofrece valiosas perspectivas sobre el impacto de la ingeniería avanzada en el futuro de la producción de cemento, desde el análisis CFD inicial hasta el suministro final del equipo.

ISSN: 0008-8919. Pp.: 30-32



El CFD muestra las turbulencias de la inyección de agua, logrando el rendimiento de refrigeración requerido.



El análisis CFD ilustra la eficiencia de la inyección del agua para lograr una evaporación del 99%.

Resumen del proyecto

La fábrica de cemento de un conocido grupo cementero internacional en Francia ha iniciado recientemente un proyecto para mejorar la eficacia de su proceso de refrigeración de clínker. Los métodos tradicionales de refrigeración por aire eran insuficientes para satisfacer las demandas, lo que llevó a un fabricante de equipos a contactar con Lechler. Esto requería gestionar cantidades de enfriamiento significativamente diferentes y alcanzar temperaturas de salida específicas al tiempo que se adaptara al diseño único de su enfriador de clínker. La necesidad de un alto caudal del sistema de inyección de agua añadía complejidad.

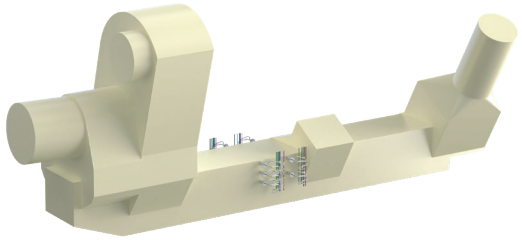
Análisis CFD para una refrigeración óptima

Reconociendo la complejidad del proyecto y la importancia de un control preciso de la refrigeración, el planteamiento de Lechler comenzó con un análisis CFD exhaustivo. Este análisis simuló lainyecciónen el enfriador de clínker, lo que permitió conocer en detalle el impacto de la inyección de agua en el proceso de enfriamiento. El objetivo era optimizar la evaporación del agua y obtener los resultados de refrigeración deseados. El análisis CFD reveló zonas en las que podía mejorarse el flujo de gas e identificó los lugares óptimos para la inyección de agua.

Esfuerzos de colaboración y mejoras de diseño

Los resultados iniciales del análisis CFD sirvieron de punto de partida para mejoras iterativas del diseño. Lechler mantuvo un diálogo continuo con el cliente para perfeccionar el análisis y realizar los ajustes necesarios. Este enfoque de colaboración garantizó que el diseño final se adaptara a las necesidades específicas de la planta.

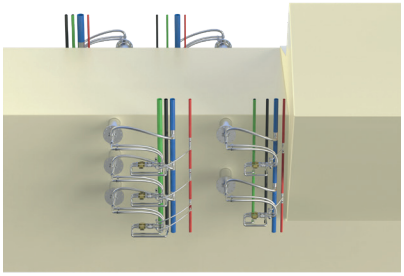
El proceso interactivo también incluyó consideraciones prácticas como la disposición del enfriador de clínker, las variaciones previstas en las condiciones de producción y las propiedades específicas del clínker producido. La disposición final de la lanza deinyección garantizaba una evaporación del 99% del agua inyectada dentro del enfriador de clínker, un aspecto crucial para la inyección de agua. Incluso pequeñas cantidades del agua inyectada de agua que no se evaporasen podrían haber dado lugar a problemas significativos con acumulaciones en las paredes del conducto y posiblemente causado una parada temporal de la planta.



Diseño del enfriador clínker con la disposición de las lanzas de inyección.

Posicionamiento de las lanzas de inyección

La disposición de las lanzas se ajustó específicamente en función de los resultados del CFD, teniendo en cuenta las condiciones in situ. Se tuvieron en cuenta las condiciones de funcionamientoy las características de diseño del enfriador de clínker. Se prestó especial atención a la distribución del gas y a la posición del punto nulo en el enfriador



Posicionamiento de las lanzas de inyección en dos niveles.

de clínker. El punto nulo servía como punto de referencia central esencial para el control preciso y la optimización del proceso de enfriamiento. Determinaba la división de los flujos de aire dentro del enfriador de clínker y se desplazaba a medida que cambiaban los puntos de funcionamiento.

Por lo tanto, era esencial tener en cuenta todas las posiciones relevantes en las que se desplazaba el punto nulo para colocar con precisión la disposición de las lanzas. La inyección a través de las lanzas sólo tenía como objetivo enfriar el aire expulsado. Para conseguir el mejor resultado posible de refrigeración y evaporación con el mínimo impacto en la pared, las lanzas se dividieron en dos niveles. Las lanzas se dispusieron lateralmente 2x3 y 2x2 con dirección de pulverización hacia abajo. Un tubo protector con aire de sellado y protección contra el desgaste formaba parte del diseño de las lanzas.

Para la inyección máxima hay un total de 10 lanzas en funcionamiento. En el punto de conmutación definido para la inyección mínima, la línea con 6 lanzas se desconectó y sólo 4 lanzas siguen en funcionamiento. Después de cerrar la inyección en las lanzas se purgaron automáticamente con aire para eliminar cualquier resto de agua y evitar que se acumularan depósitos de cal. Activando y desactivando las lanzas se podía conseguir un rango de control muy amplio. Este efecto secundario puede ser muy valioso también para otros sistemas.

Boquillas con retorno Spillback: el corazón del sistema

En el centro del diseño se encontraban las boquillas Spillback de Lechler. Estas boquillas se eligieron por su probada eficacia y fiabilidad en los enfriadores de clínker. Las boquillas Spillback proporcionan distribución uniforme del agua en el enfriador de clínker, mejorando la eficacia de la refrigeración y minimizando las fluctuaciones de temperatura. Además, el control de estas boquillas ofrece la flexibilidad necesaria para adaptarse a las distintas condiciones de producción y las composiciones del clínker, lo que las convierte en la opción preferida para mejorar el enfriamiento de clínker.

Un aspecto importante para los clientes es que estas boquillas no necesitan aire comprimido, lo que reduce los costes operativos y simplifica la instalación.

Boquilla Spillback de Lechler con retorno.

Aprobación e inicio de la fabricación

Una vez finalizado el diseño, el equipo de ingenieríade Lechler proporcionó documentación técnica y planos detallados, en los que se esbozaba la solución propuesta. En cuanto el cliente dio su aprobación, Lechler empezó a fabricar los equipos ycomponentes necesarios.

Fabricación y garantía de calidad

El compromiso de Lechler con la calidad quedó patente en todo el proceso de fabricación. Todos los productos fabricados se sometían a rigurosos procedimientos de inspección y control de calidad para garantizar que cumplían las normas más estrictas.

Puesta en servicio

Una vez fabricado y entregado el equipo, el siguiente paso era la instalación y puesta en marcha. La planta programó esta fase para finales de este año (2024), y tanto Lechler como la cementera prevén mejoras significativas en la eficiencia de la refrigeración. El éxito de la puesta en marcha del sistema de inyección de agua se espera que mejore el rendimiento global de la planta, reduzca los requisitos de mantenimiento y permita una mayor flexibilidad operativa.

Conclusión

El proyecto de Francia ejemplifica el poder de la colaboración, la innovación y la ingeniería avanzada para transformar la producción de cemento. Al abordar retos complejos con soluciones a medida, Lechler ha ayudado a la fábrica de cemento a alcanzar sus objetivos y a establecer un nuevo estándar de eficiencia en la refrigeración de clínker. A medida que la industria cementera siga evolucionando, la importancia de las soluciones de refrigeración innovadoras no hará sino crecer. Lechler se compromete a proporcionar la experiencia y la tecnología necesarias para impulsar el progreso y la excelencia en la producción de cemento.