

Los quemadores de KHD



Humboldt Wedag

El principal aporte de KHD - Humboldt Wedag a la industria cementera ha sido el Precalentador de Crudo en Suspensión de Gases y otros equipos importantes, además del Horno Rotativo, enfriadores y molinos, pero no fabricaba quemadores, utilizando principalmente el Pillard o Swirlax (FLS), de acuerdo a la preferencia de sus clientes.

Se incorpora directamente a la competencia en este campo al surgir la tercera generación de quemadores en los 80, compitiendo por desarrollar el mismo trabajo del quemador con menos proporción de aire primario, creando el quemador Pirojet, uno de los favoritos de las empresas cementeras en las últimas décadas.

Continuando con nuestra evaluación de los quemadores más utilizados en la industria cementera, sin ningún compromiso ni intencionalidad, analizamos las características de diseño, funcionamiento y control operativo de estos quemadores. Habiendo tenido la oportunidad de regularlos e inclusive acondicionar su diseño, cuando ha resultado necesario, consideramos que comunicar nuestras experiencias en este campo resultarán valiosas para que los ingenieros de planta cementeros entiendan que todos los quemadores se basan en los mismos principios y solamente se complican con objetivos comerciales contrarios a los intereses de los productores de clínker y cemento.

1. La modificación del quemador Unicanal de KHD

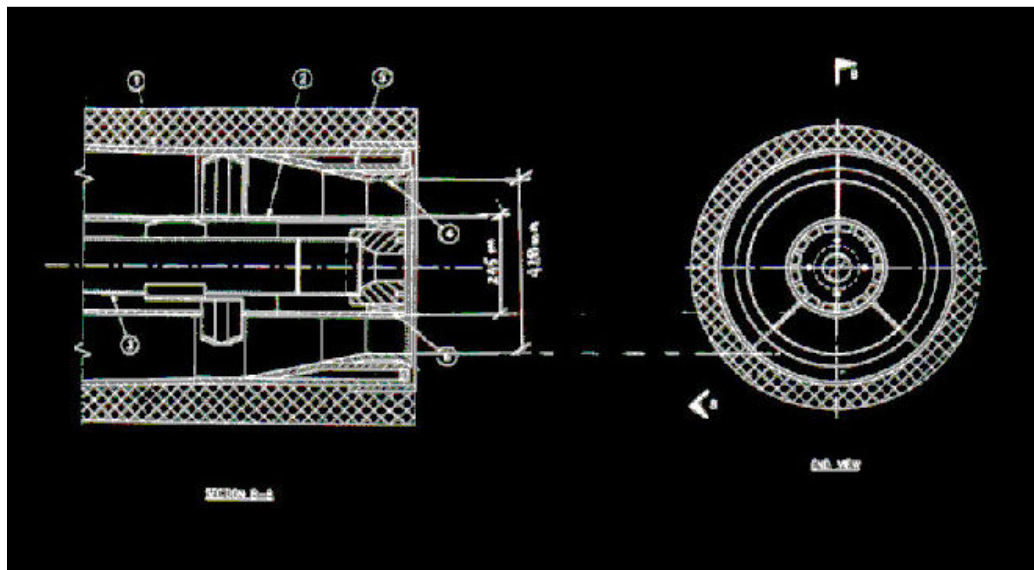
La aceptación que tuvo el PIROJET a nivel mundial animó a KHD a enfrentar el desafío de modificar el quemador Unicanal que todavía podía encontrarse en algunas plantas cementeras relativamente pequeñas de países en vías de desarrollo, lo que no había interesado a otros fabricantes prestigiosos, tales como Pillard y KHD sus actividades.

La alternativa que utiliza KHD para convertir el simple tubo que representa el quemador unicanal en un quemador multicanal lo implementa en realidad para evitar la instalación de un filtro que permita eliminar al ambiente el aire excedente de un sistema moderno de molienda Tyrax y dosificación de carbón Pfister. El aire excedente con polvo de carbón en suspensión se conduce directamente al quemador modificando el tubo original en la forma que se muestra en el gráfico de la **Figura 1** pudiendo destacarse las siguientes modificaciones:

- Se incorporan dos tubos concéntricos adicionales; el primero para alojar una lanza de combustible líquido, confiriendo al quemador la calidad de mixto o dual. El segundo para incorporar un flujo rotacional con una roseta con álabes de 40°, otorgando la posibilidad de control individual de impulsos axial y rotacional.
- Para aportar el aire rotacional y regularlo desviando una parte al conducto axial, se incorpora un ventilador adicional.
- El conducto anular exterior reúne 3 flujos : El aire con los finos de carbón procedentes del circuito de molienda, el carbón dosificado con el aire de transporte y el aire axial del ventilador auxiliar incorporado

Disponiendo de estos flujos, la regulación del quemador se efectúa con los mismos conceptos de los quemadores multicanal.

Figura 1



En una sola oportunidad encontramos este quemador operando con muchos problemas, pero trabajó satisfactoriamente, después de efectuar algunas modificaciones en la instalación y modificar ligeramente el diseño original:

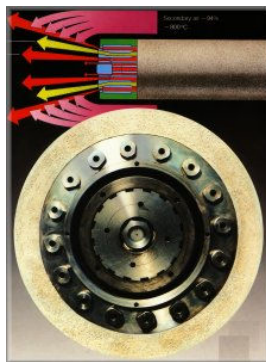
- El primer inconveniente que detectamos después de algunos análisis y controles operativos, fue un error en la conexión de la descarga del ventilador que se divide entre el aire axial y radial (nomenclatura KHD); estando dirigido el impulso del flujo en forma directa al radial y teniendo una conexión lateral para el aire axial, no resultaba posible efectuar una división adecuada de ambos flujos. Para poder operar tenían prácticamente cerrado el radial, con lo cual el quemador trabajaba como cualquier quemador unicanal; solamente con el 10 % de abertura del dámper radial, la llama se abría, dañando costra y refractario.

Corregido este error de mecánica de fluidos en la instalación, similar a la que comentamos en el quemador Rotaflam en un artículo anterior, efectuando correctamente la división de flujos, logramos compartirlos en forma adecuada. Este error no fue del quemador, sino de la instalación para suministro del aire adicional, cometido por la ingeniería de montaje de la instalación.

- Disponiendo de las instalaciones adecuadas para suministro y regulación de flujos axial y radial, consideramos conveniente disminuir el ángulo de la roseta de aire radial a 30 ° (originalmente en 40°), con lo cual el Swirl se pudo ubicar en un valor de 14 % que resultó suficiente para manejar una formación adecuada de llama (cónica hueca).

El trabajo del Horno con este quemador modificado resultó bastante satisfactoria, después de las modificaciones efectuadas.

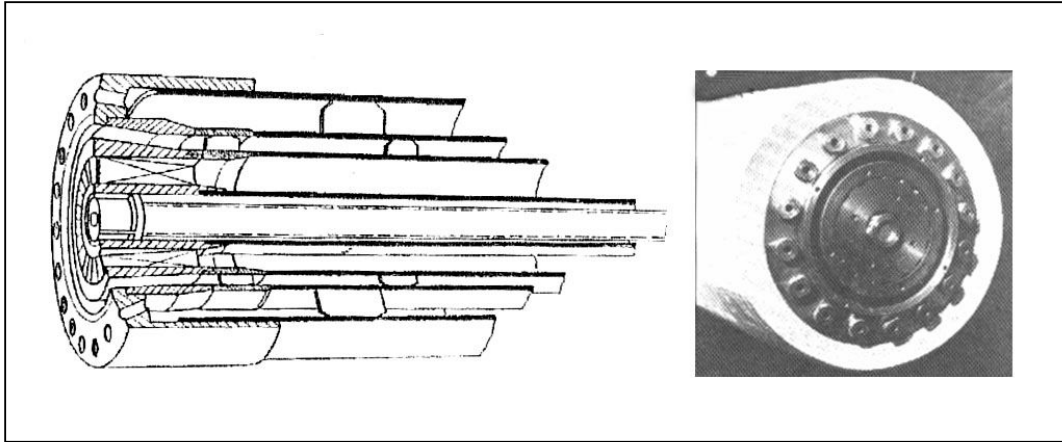
2. El Quemador PIROJET de KHD



La tendencia a la disminución de la proporción del aire primario en los quemadores multicanal decidió a KHD a lanzar un modelo que en vez de evitar pérdidas de energía cinética en el camino trabaje con mayor impulso desde la fuente, instalando un soplador de alta presión en lugar de los ventiladores tradicionalmente utilizados.

El quemador PYRO-JET adopta la misma configuración de tres canales, con el carbón en la parte central. La forma constructiva se aprecia en la **Figura 2**.

Figura 2



La salida de aire de turbulencia (torbellino) y del aire de transporte de carbón, son similares a otros quemadores de tres canales, mientras que el aire axial sale a través de varias toberas, dividiéndose en corrientes individuales.

Su diseño permite disminuir la proporción de aire primario; siendo invariable la cantidad de energía cinética requerida para regulación de la llama, resulta fácil deducir que ello lo consigue aportando el aire primario con mayores velocidades.

El aire primario total es el 6-8% del aire total necesario para la combustión, el cual se distribuye aproximadamente en:

- Aire de turbulencia	: 2.4 - 3 %	Presión	: 140-160 mbar
- Aire JET (axial)	: 1.6 - 2 %	Presión	: 0,2-1 bar.
- Aire de transporte	: 2 - 3 %	Presión	: 2 – 5 mbar

El aire de turbulencia es suministrado mediante un ventilador radial y el aire JET mediante un soplador.

Para el dimensionamiento del canal de carbón se debe tener en cuenta la velocidad de ignición del mismo. La velocidad de escape oscila entre 22-25 m/s, siendo 28 m/s para carbones con 18-22% volátiles.

En caso necesario, las velocidades de escape indicadas para los distintos aires pueden ser modificadas mediante la sustitución de elementos de salida en la cabeza del quemador.

La potencia del Pirojet resulta determinante para lograr un conveniente acortamiento de llama, pero también establece una mayor exigencia de alineamiento y condiciones de mantenimiento de la tobera para evitar riesgos en la costra y el refractario.

Como factores críticos deben considerarse el mantenimiento de los sopladores y cierta dificultad para formar la llama tipo soplete debido a la posición intermedia del carbón y cierta tendencia radial; asimismo la falta de un aire central de diseño, lo cual influencia en cierta dificultad para cerrar la llama.

En los modelos previstos para varios combustibles, innecesariamente consideran conductos individuales para aire primario y gas natural, aumentando desproporcionalmente el diámetro de la tobera. En realidad, el gas natural podría reemplazar parcial o totalmente el aire primario como fluido dominante.

Nuestra experiencia con el Pirojet es bastante amplia y en general, siempre hemos obtenido resultados parecidos, cuando hemos podido regularlos con suficiente presión del soplador, antes de que comience a disminuir por desgaste mecánico.

A manera de conclusión, podríamos manifestar los siguientes comentarios respecto al Pirojet de KHD:

- El diseño Pirojet no forma una llama cónica hueca bien definida, por no tener aire central y presentar un Swirl limitado, en la condición recomendada de operación.
- El impulso de los jets permite centrar la llama controlando la tendencia a abrirse, pero con demasiada tendencia axial, lo que finalmente termina en una llama más larga de lo deseado.
- Al procurar imprimirle más impulso axial para acortar la llama, se le tiene que restar flujo axial para evitar que la llama se abra e impacte en la costra y el refractario; al perder potencia específica el quemador, la llama también se alarga y finalmente se deshace, antes de completar la combustión.
- Como resultado de los puntos anteriores, los hornos que utilizan el quemador Pirojet son coincidentes en formar una llama relativamente larga, lo que produce mucho clínker fino, por no permitir que el material en proceso se nodulice antes de clinkerizar. En consecuencia, el resultado se manifiesta en hornos polvosos, con cristales de C_3S de gran tamaño, acumulación de polvo sobre el cabezal y en las ventanas de observación, río rojo en el enfriador, arrastre de polvo en los gases y el resto de inconvenientes conocidos.

Aunque no hemos tenido la oportunidad de modificar el diseño de KHD para alguno de nuestros clientes y no elegimos este quemador por los inconvenientes mecánicos que representa el soplador en un Horno diseñado para no parar nunca, sí hemos tenido la oportunidad de adaptar este diseño, al modificar el quemador Centrax de FLS, poniendo la roseta del swirlax en lugar de los jets centrales (ver artículo anterior de esta serie : Los quemadores de FLS).

El resultado fue realmente el quemador Pirojet, pero dimensionado con nuestro propio criterio de diseño.

Tenemos que aceptar que funcionó perfectamente, formando una llama cónica hueca fácilmente regulable y una gran estabilidad operativa en el horno, con niveles de producción y eficiencia más que satisfactorios.



Quemador
SWIRLTRAX
Un PIROJET a
nuestro gusto y
estilo