Catalizadores magnéticos de combustión para el aumento de la eficiencia energética

EXITOSA IMPLEMENTACIÓN EN COMPAÑÍA SIDERÚRGICA HUACHIPATO S. A.

Historia y Fundamento

Las referencias técnicas de aplicación de campos magnéticos para modificar las características de los fluidos no son nuevas. Se confunde la aplicación de imanes con la de campos magnéticos de muy alta sofisticación. La aplicación a mayor escala de la teoría de ruptura y activación de moléculas de hidrógeno por influencia de un campo magnético potente y focalizado tuvo su gran impulso en la industria aeroespacial, en tanto que su uso industrial sólo se ha materializado recientemente, una vez logrado el desarrollo tecnológico que permite la producción de campos magnéticos de altísima precisión e intensidad para generar cambios considerables a nivel molecular y a costos atractivos para la industria.

Fundamentos: Efecto catalizador - Debilitamiento enlaces C-C y C-H, Disminuye demanda de energía de activación.

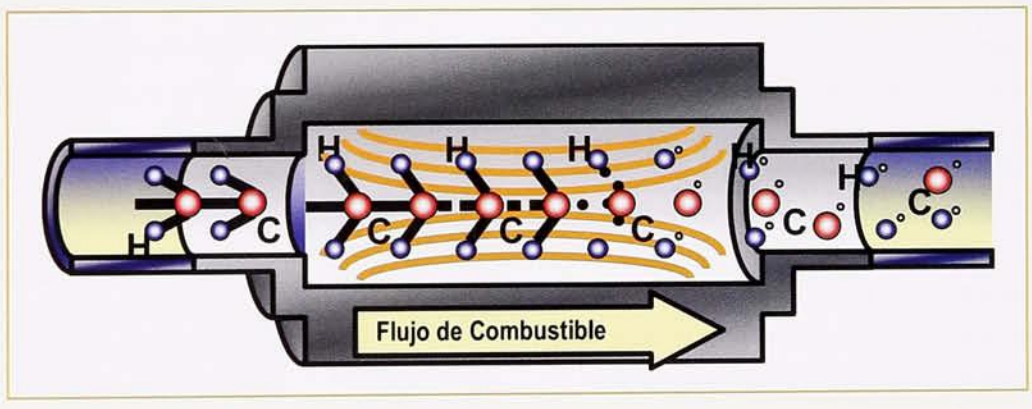

Fig. 1: *Principio de operación del catalizador magnético*

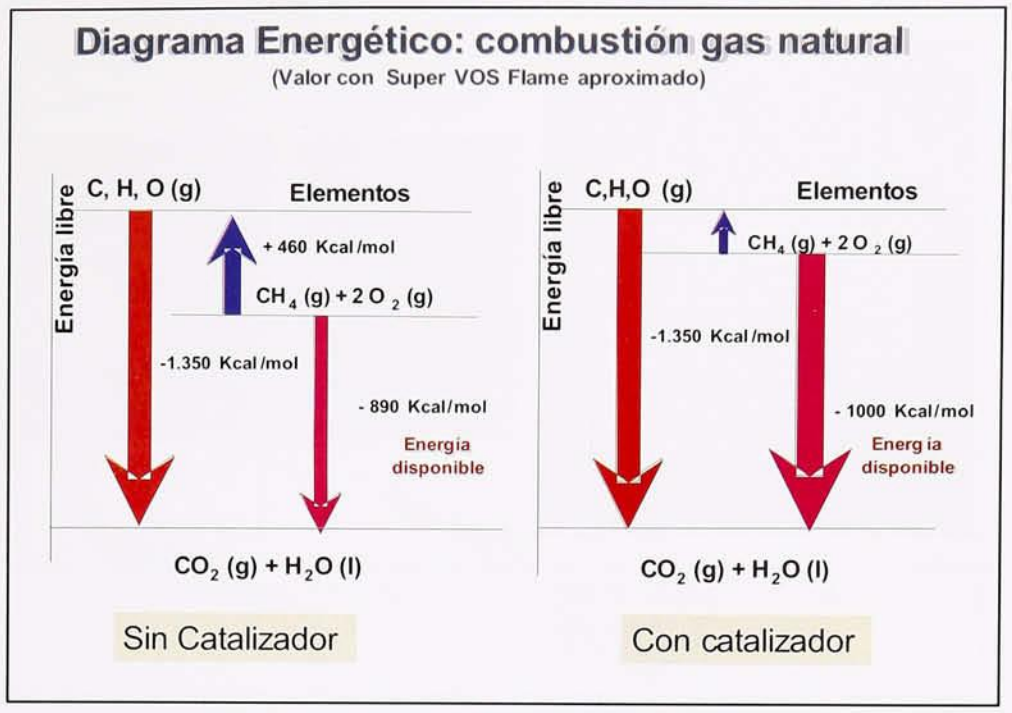

Fig. 2: *Diagrama comparativo de energía disponible*

EXPERIENCIAS EN COMPAÑÍA SIDERÚRGICA HUACHIPATO CALENTADOR DE CUCHARAS DE ACERO

En el curso del año 2004 se introduce en la Compañía Siderúrgica Huachipato la idea de efectuar pruebas utilizando una tecnología Italiana de ultima Generación denominada Catalizador Magnético VOSTECS, para mejorar la eficiencia energética en hornos y dispositivos de calentamiento de la planta siderúrgica. Con la colaboración y soporte técnico de Ecocap S.A. la empresa representante en Chile de la tecnología Vostecs se logró una mejor comprensión de los fundamentos y principios de funcionamiento de los catalizadores, así como de la sofisticación de la tecnología, y se dimensionó el gran potencial de ahorro de combustible y posible aumento de productividad asociado.

Para efectos de la experiencia, se seleccionaron dos tipos diferentes de equipos de calentamiento, de manera de evaluar los catalizadores en distintas condiciones y con diferentes combustibles, ya que la tecnología está diseñada especificamente para cada combustible (gas, petróleo pesado y petróleo livianos.

Las instalaciones de Acería y Colada Continua cuentan con tres calentadores de cuchara de tipo horizontal que funcionan con gas natural a carga fija, cuya función es calentar las cucharas que retornan vacías desde las coladas y se preparan para recibir el acero sangrado del convertidor (**Fig. 3**)

Resulta vital lograr un calentamiento rápido y máxima temperatura del revestimiento refractario de las cucharas. Esto permite reducir la temperatura de sangrado del convertidor y mejorar su vida útil, prevenir la reversión de fósforo, evitar la formación de adherencias, preservar el tapón poroso y prevenir la contaminación con silicio en grados especiales de acero al facilitar la remoción de escoria residual con una mayor temperatura.

Teniendo presente el requisito operativo de calentamiento máximo para las cucharas, el desarrollo de la prueba consideró el ajuste necesario de la combustión con catalizador, de manera de obtener la mejor condición de calentamiento, con el 1% al 3% de oxígeno libre en

Fig. 3: *Calentador de cucharas. Llamas sin y con catalizador.*

los gases quemados y la mayor temperatura final de la cuchara. Similares ajustes se efectuaron en el equipo de referencia sin catalizador y el período de prueba se extendió por todo un mes de manera de contar con una buena base de comparación.

El Catalizador Vostecs utilizado correspondió a un modelo para calentamiento con Gas Natural, de 2.7 Gcal/hrde capacidad

El período de prueba se extendió desde el 3 de noviembre de 2004 hasta el 1 de diciembre de 2004 y entregó resultados muy superiores para el calentador de cuchara equipado con catalizador magnético:

- Notorio mejoramiento del aspecto de la llama, en su uniformidad, coloración y potencia (**Fig. 3**)

- Mayor temperatura final y mayor incremento respecto a la temperatura de la cuchara al inicio del calentamiento

- Menor consumo de gas natural del 8,27% para el período de prueba, cumpliendo a satisfacción con los requisitos operativos de la cuchara

PETRÓLEO PESADO

Con objeto de realizar la segunda prueba en un equipo que utiliza petróleo pesado como combustible, se seleccionó el Horno de Palanquillas del establecimiento de Rengo para este propósito.

Este Laminador se orienta a la producción de barras para hormigón. Completan su línea de producción las barras lisas para la fabricación de bolas de molienda y las barras helicoidales de 22 mm usadas como estabilizadores de roca en la minería. El proceso de transformación física se inicia con el calentamiento de la palanquilla a 1.250 °C y su posterior laminación a través de reducciones sucesivas, hasta obtener el producto final

El homo de calentamiento de las palanquillas (**Fig. 4**) cuenta con tres zonas de calentamiento: superior, inferior y empape, a través de las cuales se desplazan las palanquillas mediante un sistema de simple empuje. Con una capacidad de procesamiento de 35 t/hr y una temperatura de operación cercana a 1.300 °C, el horno utiliza como sistema de calentamiento el quemado directo de petróleo pesado (N° 6) atomizado con vapor. De los 11 quemadores de petróleo que posee el horno, hay 7

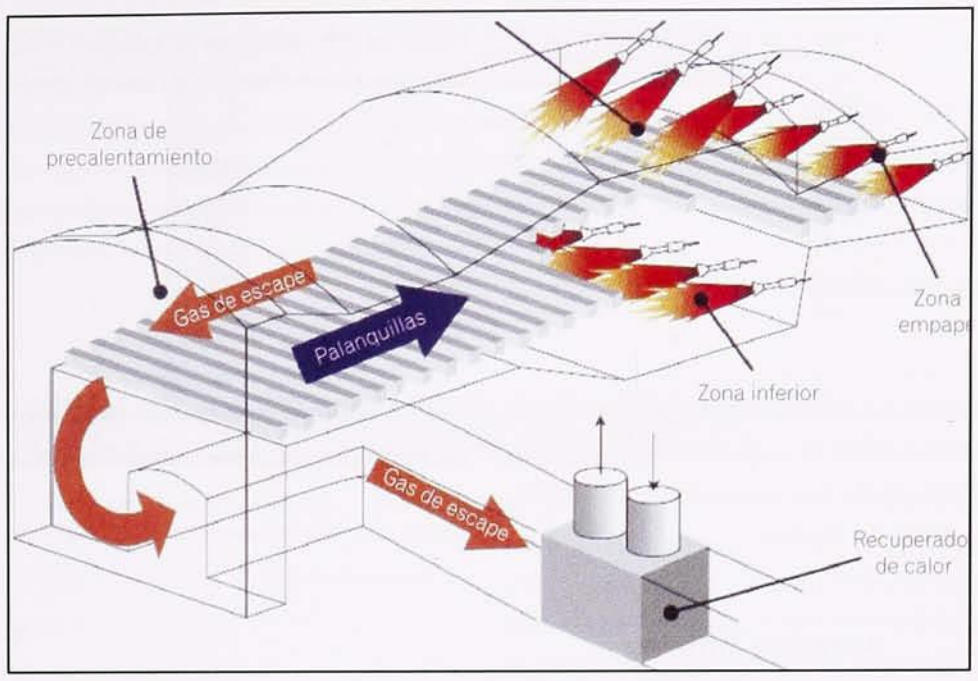

Fig. 4: *Horno Laminador*

unidades de mayor capacidad en la zona de calentamiento, distribuidos 3 en la superior y 4 en la inferior. Completan el cuadro cuatro quemadores de menor capacidad instalados en la zona de empape

Las pruebas se iniciaron el 5 de junio de 2005, con la instalación de 5 catalizadores Vostecs , de acuerdo a la siguiente distribución:

• **Zona Superior** 3 catalizadores de 100 galones/hr (uno por quemador).

• **Zona Inferior** 1 catalizador de 600 galones/hr, en línea común para 4 quemadores (**Fig. 5**)

• **Zona Empape** 1 catalizador de 100 galones/hr, en línea común para 4 quemadores

La prueba fue además estructurada como una experiencia formal, de acuerdo al procedimiento establecido en el Sistema de Gestión de Calidad según Norma ISO 9001:2000 en que Huachipato se encuentra certificado.

En una primera fase, previo al inicio de las pruebas, se efectuaron las calibraciones y verificaciones de los instrumentos de control y medición existentes en el horno, incluyendo el transmisor de flujo de petróleo y la adecuación de la estrategia de control para permitir el funcionamiento en modo totalmente automático.

El período experimental restante se dividió en tres etapas, destinadas a evaluar el desempeño del calentamiento en las distintas condiciones de operación, con y sin catalizador.

A lo largo de cada etapa se registraron los parámetros y condiciones relevantes de la operación, con especial foco en el consumo específico de combustible y la productividad, al tiempo que se efectuaron observaciones sobre las condiciones de operación y marcha general del horno.

El análisis comparativo entrega resultados categóricos que demuestran el efecto de la tecnología:

• Mejoramiento de la eficiencia energética, con un porcentaje promedio de ahorro de combustible del 12,9% para la comparación global entre períodos. Al efectuar la comparación con consumos ajustados a un ritmo de referencia de 43 palanquillas/ hora, el ahorro alcanza al 11%. (**Fig. 6**)

• El uso de catalizador permitió sostener un mayor ritmo de laminación equivalente a un incremento del 5,3% en la productividad, efecto muy apreciado por tratarse de una instalación cuello de botella.

• En el período de operación del horno con catalizador, las observaciones permitieron ver de manera nítida todos los elementos al interior de la bóveda; contrastando con la condición de atmósfera brumosa que impidió apreciar detalles del interior del horno en la condición de operación sin catalizador. Este fenómeno fue corroborado por la notoria disminución de las emisiones visibles en la chimenea del horno

• Como beneficio adicional no cuantificado, se verificó una menor generación de laminilla en el interior del horno, lo que debiera permitir mejorar el rendimiento metálico.

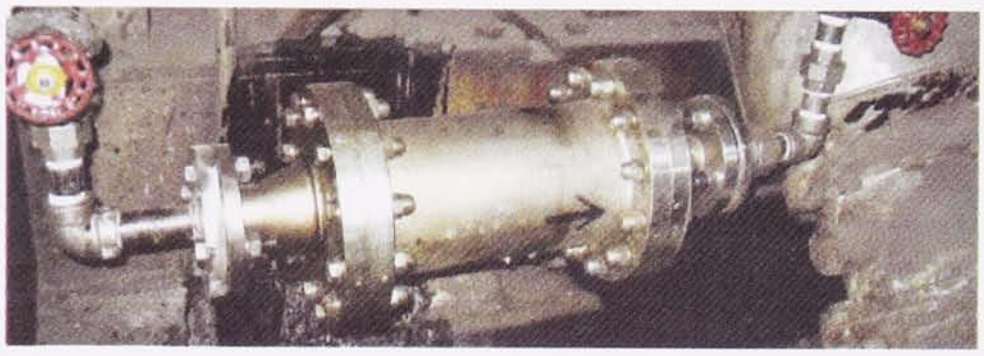

Fig. 5: *Zona calentamiento inferior, 1 catalizador de 600 gal/hora.*

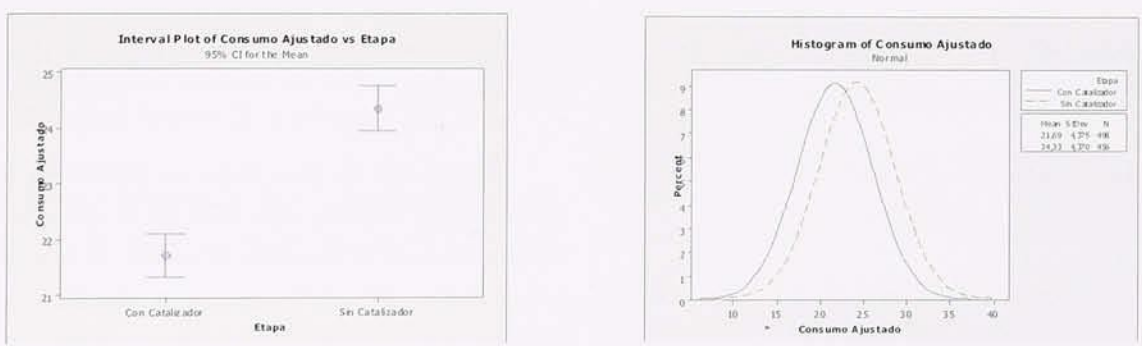

Fig. 6: *Comparación de consumos con y sin catalizador.*

ACCIONES TOMADAS

Sobre la base de los excelentes resultados obtenidos en las pruebas efectuadas con catalizadores magnéticos de combustión Vostecs y teniendo presente la alta rentabilidad y corto período de pago de la inversión requerida, se procedió a efectuar un levantamiento de todo el potencial de aplicación de estos dispositivos en las distintas unidades de la Planta Huachipato. Se especificaron los catalizadores de acuerdo al tipo de combustible y flujos y se emitieron las órdenes de compra correspondientes, otorgando máxima prioridad a su instalación al momento de la recepción.

Entre las unidades definidas para la instalación de catalizadores, destacan:

- Horno de vigas galopantes para el calentamiento de Planchones.
- Horno de calentamiento de Palanquillas de la Planta Talcahuano (**Fig. 7**)
- Hornos de solera rotativa para calcinación de caliza.
- Calentadores de Cuchara restantes.
- Hornos de Recocido Discontinuo para rollos laminados enfrío.

Doce catalizadores Vostecs de 2 MM Kcal c/u instalados en la zona de empape del horno de palanquillas en Huachipato

EFECTO DE CATALIZADORES MAGNÉTICOS

Los resultados obtenidos en las pruebas industriales realizadas con los Catalizadores magnéticos de combustión demuestran el alto potencial de ahorro de combustible disminución de costos de operación y aumento de productividad que proporciona esta innovadora tecnología y hace recomendable extender su uso al máximo de las unidades de calentamiento existentes en la planta siderúrgica donde sea factible su instalación. La alta rentabilidad y corto período de pago de la inversión requerida, otorga máxima prioridad a la asignación de recursos para esta iniciativa

De manera especial destaca el beneficio adicional que representa la notoria disminución de emisiones visibles a través de la chimenea lograda en el curso de las pruebas. Esta contribución ambiental derivada del uso de los catalizadores Vostecs debe ser valorada como real ■

Doce catalizadores Vostecs de 2 MM Kcal c/u instalados en la zona de empape del horno de palanquillas en Huachipato