

## **FEROX BUNKER**

Reporte técnico No. 59

Fecha: 10 de noviembre 2008

Referencia: Solicitud de campo

### **DEFINICIONES**

Los **combustibles de bunker** se refieren a cualquier variedad de aceites combustibles o combustible residuales del petróleo. Los combustibles de bunker han gozado a través de la historia de un amplio rango de usos incluyendo las aplicaciones de llama abierta y de combustión interna. Actualmente, su mayor uso es en los motores diesel que se utilizan en la marina para suministrar energía a barcos grandes que atraviesan el océano. Un uso secundario es el de generación eléctrica con diesel y un tercer uso que esta decayendo es el de las operaciones de vapor con llama abierta.

**Ferox Bunker** es un producto para el tratamiento de combustibles residuales del petróleo diseñado y elaborado para solucionar la mayoría de los problemas que se derivan del uso de combustibles de bunker y otros productos residuales del petróleo.

### **COMPOSICIÓN, PROPIEDADES Y ESPECIFICACIONES DEL BUNKER**

La composición, términos y especificaciones de los combustibles de bunker varían ampliamente de un lugar a otro tanto por geografía como por política, por lo que están sujetos a cambios continuos en sus requerimientos y especificaciones. Muchos combustibles de bunker contienen por lo menos productos residuales de hidrocarburos derivados del petróleo de bajo costo. Fracciones de residuos de petróleo son mezcladas con varios destilados de petróleo como el diesel No. 2 para crear combustibles de bunker con un mejor flujo y características de combustión o para suplir las especificaciones individuales de un comprador. En general, los combustibles de bunker son mezclas de hidrocarburos alifáticos principalmente viscosas y oscuras que usualmente son sólidas o semisólidas a temperatura ambiente y que requieren de un precalentamiento a varios grados antes de su uso. Los combustibles de bunker contienen niveles elevados de azufre (hasta un 5%), nitrógeno y contaminantes minerales como sodio, potasio, vanadio (hasta 200 ppm) y trazas de otros metales. Dependiendo de la fuente del aceite en crudo, del proceso de refinamiento utilizado y del contenido residual de combustibles de bunker, muchos tendrán niveles elevados de hidrocarburos poli nucleares aromáticos (PNA) [según sus siglas en ingles].

### **PROBLEMAS CON COMBUSTIBLES DE BUNKER**

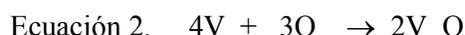
Estos combustibles se consideran sucios por ser contaminantes del medio ambiente. La mayoría de las objeciones ambientales se deben al alto contenido de azufre (hasta un 5%) y el contenido mineral concentrado que es responsable de las emisiones de partículas contaminantes, corrosión ácida y formación de óxido. Los principales

contaminantes metálicos son sodio, potasio y vanadio (hasta 200 ppm) y algunas veces aluminio, silicón, cobre y níquel. Los metales generalmente están presentes como nitrógeno, especialmente el vanadio, conteniendo quelatos porfirinicos heterocíclicos solubles en el combustible que no pueden ser removidos del combustible de una forma económica.

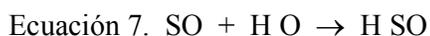
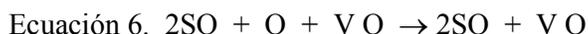
**Los depósitos de ceniza y la corrosión en caliente** ocurren durante el proceso de combustión cuando los diversos componentes con azufre y los contaminantes metálicos se oxidan. El azufre se oxida a dióxido de azufre.



El vanadio se oxida a óxidos de vanadio.



El pentóxido de vanadio, es el producto final de la oxidación descontrolada del vanadio (véase las Ecuaciones 4 y 5), actúa como un catalizador para convertir el dióxido de azufre en trióxido de azufre (véase la Ecuación 6) que reacciona con el agua producida durante el proceso de combustión produciendo ácido sulfúrico (véase la ecuación 7). El ácido sulfúrico luego reacciona con los óxidos de sodio y potasio para formar los sulfatos metálicos (véase las Ecuaciones 8 y 9). El sulfato de sodio y el pentóxido de vanadio pueden combinarse para formar un líquido pegajoso eutéctico con un punto de ebullición tan bajo como 300° C (véase la Ecuación 10).



Este depósito de vanadio pegajoso transporta oxígeno a la superficie metálica del equipo causando una corrosión rápida y severa al equipo. Estos depósitos evitan la transferencia eficiente del calor en aplicaciones de llama abierta y fricción en aplicaciones de combustión interna. El efecto completo es un desgaste excesivo y pérdida en la eficiencia del combustible tanto en llama abierta como en el equipo de combustión interna.

**Los óxidos de azufre y la corrosión final en frío** se relacionan directamente con el contenido de vanadio y de azufre en los combustibles de bunker. El pentóxido de vanadio es un catalizador eficiente en la conversión de dióxido de azufre a trióxido de azufre (véase Ecuación 6). El trióxido de azufre reacciona con el agua producto de la combustión para formar ácido sulfúrico (véase la Ecuación 7) que luego se condensa en superficies frías del equipo. El ácido sulfúrico no es solamente altamente corrosivo sino que también actúa como una trampa para los depósitos de nano-carbón. El ácido sulfúrico corroe las superficies metálicas de las paredes donde se intercambia el calor en

las calderas y economizadores en equipos de llama abierta y arrastra partículas abrasivas y corrosivas dentro del aceite lubricante del equipo de combustión interna provocando la formación de ácido y deterioro del aceite lubricante.

**Las emisiones contaminantes** son la principal objeción en el uso de combustibles residuales de bunker. Tanto el contenido mineral como la composición molecular de los hidrocarburos con lleva a altos niveles de humo, hollín y depósitos de carbón cuando se compara con combustibles destilados más limpios. Emisiones elevadas de finas partículas sólidas o líquidas suspendidas en gases con llevan a emisiones de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno y óxido de azufre. El nivel elevado de hidrocarburos resistentes poli nucleares aromáticos carcinogénicos (PNA) [según sus siglas en inglés] en bunker no combustionado conlleva a niveles elevados de PNA en las emisiones de finas partículas dañinas a la salud. La percepción pública de humo visible y efectos nocivos a la salud asociados al contenido de PNA son problemáticas. Actualmente, algunas jurisdicciones prohíben el uso de combustibles de bunker en el puerto o dentro de aguas territoriales. Debería de anticiparse que el aumento en los requerimientos del uso continuo de combustibles de bunker seguirá en incremento.

## TRATAMIENTO DE LOS COMBUSTIBLES DE BUNKER

**Ferox Bunker** se debería de agregar a un contenedor de combustible de bunker vacío antes del llenado, a un rango de uno galón de Ferox Bunker por cada 4000 galones de combustible de bunker. Ferox Bunker es totalmente compatible con la mayoría de aditivos y también puede medirse en las líneas de combustible separadamente o conjuntamente con otros tratamientos tales como productos de óxido de magnesio. También trae beneficios agregar Ferox Bunker a combustibles destilados utilizados para modificar las propiedades de los combustibles residuales. En este caso, sería necesario calcular el tratamiento adecuado para el combustible destilado; para asegurar un tratamiento adecuado se recomienda el uso de un galón de Ferox Bunker en 4000 galones de mezcla final de combustible de bunker.

## MODO DE ACCION

Ferox Bunker contiene ingredientes activos que trabajan de diferentes maneras para reducir las emisiones, prolongar la vida útil del equipo y mejorar el rendimiento del combustible. Ferox Bunker contiene un catalizador que promueve una combustión más rápida y completa del combustible. Esto se logra al disminuir la energía de activación en el rango que determina en el proceso de combustión la producción de dióxido de carbono y agua. Ferox Bunker contiene ingredientes que interrumpe la oxidación de los óxidos de vanadio (véase la Ecuación 4 y 5). Niveles reducidos de pentóxido de vanadio disminuye la producción de tritóxido de azufre del dióxido de azufre (véase Ecuación 6) el cual a su vez reduce la producción de ácido sulfúrico (véase la Ecuación 7). Ferox Bunker contiene un modificador de la superficie de combustión que previene la aglomeración o depósitos de partículas de la combustión y evita que se peguen a las

superficies de la cámara de combustión. El aumento en el área de la superficie de combustión origina una combustión más completa.

## **BENEFICIOS**

La gran variedad de componentes y aplicaciones de los combustibles de bunker hace difícil el pronóstico del rendimiento de Ferox Bunker en una situación determinada. Los beneficios y rendimiento pueden variar de un lote de combustible de bunker a otro aun en la misma instalación debido a la variabilidad que existe en la composición del bunker de un lote a otro. Sin embargo, varios beneficios se han reportado consistentemente en un amplio rango de condiciones de operación y de aplicaciones utilizando una variedad de combustibles de bunker.

**Una mejoría en la economía del combustible** es uno de los beneficios comunes que resultan del tratamiento de combustibles con Ferox Bunker. Este beneficio se ha observado tanto en llama abierta como en aplicaciones de combustión interna. Atención especial pues la eficiencia de combustión puede mejorar hasta un 5% y la eficiencia total del hervidor hasta un 10% en aplicaciones de llama abierta. Los beneficios en los motores de combustión interna son más complejos y por ende más variables. Aunque la eficiencia de combustión puede ser muy alta en ciertas instalaciones, el tiempo y la duración de la compleja química de la combustión también es crítica y la mejora en la economía del combustible varía entre 8% a 20% con combustibles tratados con Ferox Bunker en motores de combustión interna. La economía del combustible puede requerir algunos ajustes menores en las condiciones de operación para obtener todos los beneficios de combustibles tratados con Ferox Bunker.

**Reducción en el costo de mantenimiento y mayor vida útil del equipo** es otro beneficio que frecuentemente se observa. Combustibles tratados con Ferox Bunker producen menos hollín de vanadio de sodio en la caldera o cámara de combustión en operaciones de llama abierta o de combustión interna. La corrosión por el fuego es notablemente reducida, en aplicaciones de llama abierta el punto de condensación del ácido disminuye y la formación de ácido en el lubricante se reduce y la vida del lubricante se extiende. Es común que la vida útil del equipo se duplique. El monitoreo del análisis de aceites no es costoso pero si es un buen indicador del tiempo de vida útil del motor.

**Reducción en las emisiones** es un beneficio que se observa comúnmente. Aunque algunas emisiones pueden incrementarse temporalmente durante el proceso inicial de tratamiento con Ferox Bunker, con el tiempo todas las emisiones se reducen. Se han observado reducciones en los hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre. Las reducciones se pueden medir fácilmente con analizadores de gas comerciales. Humo, emisiones de partículas contaminantes y olores del escape también disminuyen. La opacidad del humo disminuye y se puede medir fácilmente con equipo no costoso. El contenido de carbón en los partículas expulsadas por el escape puede reducirse hasta un 90% se puede medir mediante un análisis no costoso.

Las temperaturas de tubos de escape y de gases de escape se reducen generalmente hasta un 50%.

## **GARANTIAS**

El tratamiento de combustible con Ferox Bunker no va a cambiar ninguna de las especificaciones del combustible. Ninguna de las propiedades comúnmente medibles en los combustibles utilizadas para demostrar conformidad con las especificaciones de varios combustibles se ve afectada por el tratamiento de Ferox Bunker. Si un combustible de bunker cumple con las especificaciones antes del tratamiento, todavía va a cumplir con las especificaciones después del tratamiento con Ferox Bunker.

Ferox Bunker no contiene componentes corrosivos ni abrasivos y no va a dañar el manipuleo del combustible, su almacenaje o al equipo de combustión. El combustible tratado es tan seguro de almacenar y de manipular como el combustible no tratado. Las instalaciones y equipo de combustibles de bunker son tan variables como el combustible en si. Cada sistema presenta un único conjunto de condiciones de operación y características. Las propiedades de modificación de Ferox Bunker en la superficie de combustión pueden requerir de varios meses de uso continuo con el combustible tratado y de un monitoreo cuidadoso y ajuste de las variables de operación para alcanzar los beneficios óptimos. Cuando se presta una atención cuidadosa a estos requerimientos, las operaciones serán más limpias y más eficientes.