

Refrigerantes para Compresores

HCI Argentina S.A.

Alan Michaan

Guillermo Medda

Tartagal, Noviembre 12 de 2003

Propósitos del Refrigerante

- Transferir calor del interior del motor al ambiente
 - Proteger los metales contra la corrosión
 - Neutralizar los compuestos ácidos
 - Evitar la formación de depósitos
 - Evitar la cavitación y la electrólisis

Componentes (1)

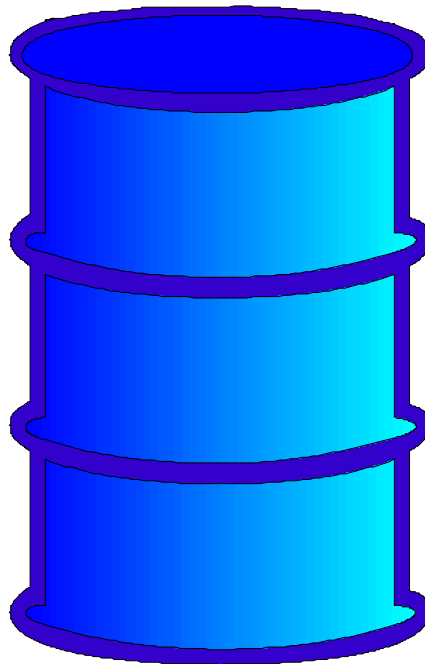
- Agua
 - Mejor medio de transferencia de calor
 - Se congela a 0°C y se evapora a 100°C
 - Es corrosiva
- Etilenglicol
 - Baja el punto de congelación a -36°C y sube el de evaporación a 107°C (50%)
 - Medio para suspender los aditivos

Componentes (2)

- Aditivos
 - Reducen la corrosión
 - Neutralizan los componentes ácidos
 - Previenen la cavitación y la electrólisis
 - Minimizan la formación de depósitos

Componentes (3)

95% MEG



5% Aditivos



Calidad del Agua

Propiedad	Valor Máximo	Método ASTM
Sólidos totales	340 ppm	D1888
Dureza total	170 ppm	D1126
Cloruros (Cl)	40 ppm	D512, D4327
Sulfato (SO ₄)	100 ppm	D516, D4327
pH	5,5 - 9	D1293

Requerimientos

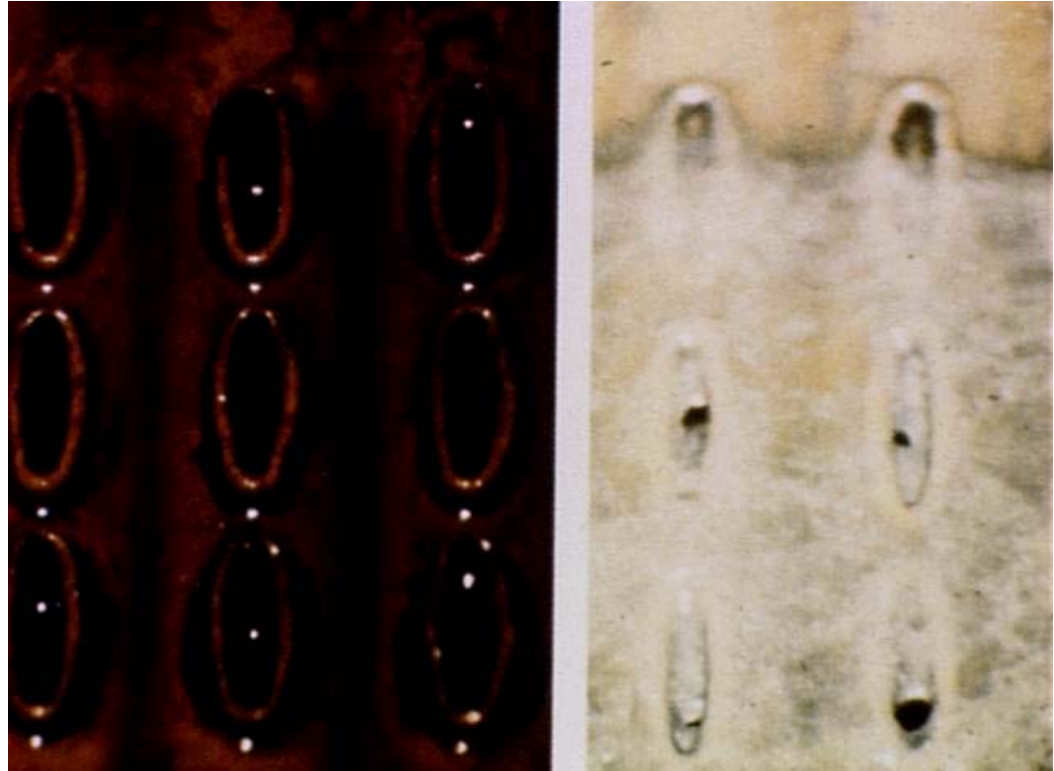
- Protección contra corrosión en metales (hierro, aluminio, cobre, bronce, soldaduras)
- Protección contra corrosión por cavitación
- Reserva alcalina apropiada
- Bajo nivel de sólidos en solución
- Agua de buena calidad
- Pérdida lenta de aditivos
- Sin silicatos

Silicatos (1)

- Inhibidor de corrosión importante principalmente en la industria automotriz
- Protege componentes de aluminio contra la corrosión
- Efectos no deseados en motores estacionarios y sistemas industriales

Silicatos (2)

- En las aplicaciones industriales los silicatos se precipitan formando una capa verde o depósitos reduciendo la transferencia de calor y bloqueando los conductos

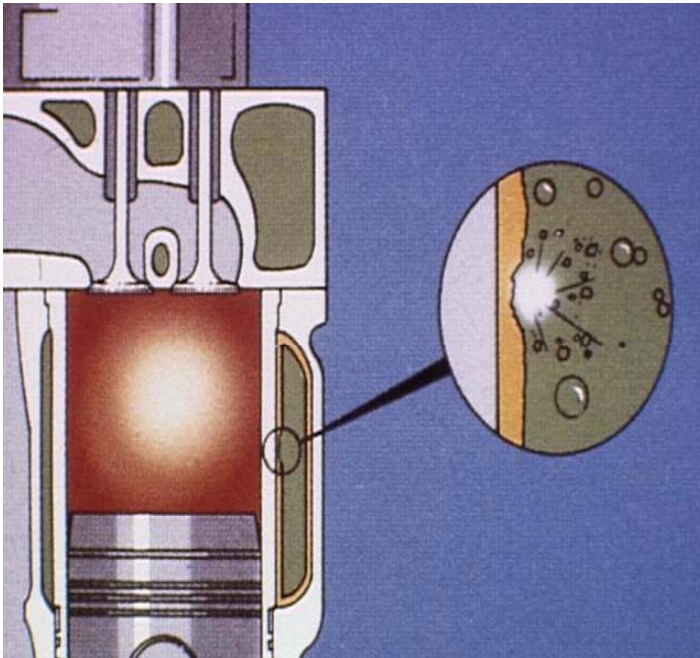


1/16" de depósitos de silicato = 16" de hierro

Mecanismos de Corrosión

- Proceso de corrosión electroquímica (electrólisis)
- Corrosión por cavitación en áreas localizadas (áreas con fluido estático o dinámico)
- Erosión cuando dos superficies altamente cargadas se rozan
- Corrosión galvánica cuando dos metales distintos están en contacto

Cavitación (1)



Corrosión tipo “pitting” ocurre principalmente en las
camisas de los cilindros

Cavitación (2)

- Es muy común que ocurra
- Incrementa con la vibración
- Se previene con el uso de nitrito, nitrato y molibdato como aditivos

Reserva Alcalina

- Capacidad del fluido para proteger de la degradación por ácido
- Se reporta como la cantidad de ácido neutralizado por el fluido
- Varía de 5 – 14
- Principales componentes son Sodio y Boratos

Aditivos / Inhibidores (1)

- Extienden la vida útil del refrigerante protegiéndolo contra la degradación
- Extienden la vida útil del equipo protegiéndolo contra los depósitos, la corrosión y el “pitting”
- Se requiere de concentraciones adecuadas para lograr la inhibición requerida

Aditivos / Inhibidores (2)



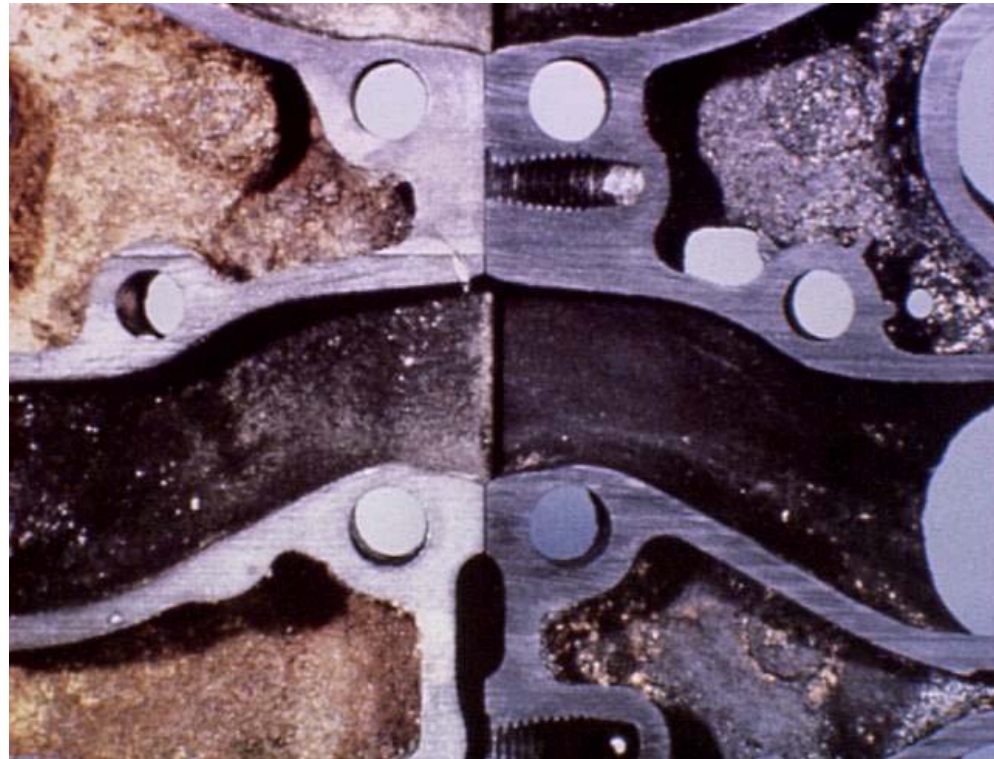


Aditivos / Inhibidores (3)

- Si los sólidos totales en solución son muy altos se pueden precipitar causando
 - Fallas en el sello de la bomba de agua
 - Taponamientos en el sistema de enfriamiento
 - Pérdida de transferencia de calor

Limpieza del Sistema

- Efecto de depósitos minerales en el sistema en la transferencia de calor
 $1/16''$ de costra = $4 \frac{1}{4}''$ de hierro



Aditivos / Inhibidores (4)

Aditivo

Propósito

- | | |
|-----------------------------------|--|
| • Fosfatos | <i>Inhibidor General (hierro, acero)</i> |
| • Boratos | <i>Inhibidor General y “buffer” para neutralizar material ácido</i> |
| • Nitratos | <i>“Pitting” y agrietamiento en aluminio</i> |
| • Nitritos | <i>Inhibidor para Cavitación (hierro)</i> |
| • Silicatos | <i>Aluminio, Hierro, Inhibidor General</i> |
| • Azoles* | <i>Cobre, Bronce, Soldadura</i> |
| • Molibdato | <i>Aluminio, Hierro, Soldadura</i> |
| • Acidos Carboxílicos | <i>Aluminio, Inhibidor General</i> |
| • Poli-alcoholes, Silicona | <i>Antiespumante</i> |
| • Secuestrantes | <i>Previene la acumulación de sales del agua pesada</i> |
| • Hidróxido de Sodio | <i>“Buffer” para neutralizar material ácido</i> |

*** Tolitriazola, Mercaptobenzotiazola, Benzotriazola**

Aditivos / Inhibidores (5)

La pérdida de los inhibidores varía

- | | |
|-------------|--------------|
| – Borato | 2 – 3 años |
| – Fosfato | 1 – 2 años |
| – Nitrito | 6 – 12 meses |
| – Nitrato | 6 – 12 meses |
| – Molibdato | 6 – 12 meses |
| – Azoles | 1 – 2 años |

La pérdida aumenta con aumento de temperatura

Requerimientos de Servicio

- Análisis rutinario del fluido
- Reinhibición
- Disposición / Reclamación

Análisis del Fluido

- ***Apariencia***
- ***Color***
- ***Hierro, ppm Fe***
- ***Plomo, ppm Pb***
- ***Cobre, ppm Cu***
- ***Aluminio, ppm Al***
- ***Molibdato, ppm MoO₄***
- ***Nitrito, ppm NO₂***
- ***Nitrato, ppm NO₃***
- ***Borato, ppm B₄O₇***
- ***Fosfato, ppm PO₄***
- ***Sodio, ppm Na***
- ***Potasio, ppm K***
- ***Silicato, ppm SiO₂***
- ***Calcio, ppm Ca***
- ***Cloro, ppm Cl***
- ***pH***
- ***Glicol porcentaje***
- ***Reserva Alcalina***

Re-formulación

- Dada la vida útil de los aditivos e inhibidores el fluido se puede re-aditivar para mantener su funcionalidad
 - Paquetes distintos para los distintos componentes
 - Soportado por análisis del producto en operación
- Cuando no es posible, la solución se debe desechar



Preguntas

