



ArcelorMittal

Boletín Técnico

Boletín Técnico N°7

Enero/2009

Introducción

La corrosión por picado puede afectar a los aceros inoxidable. La prevención comienza con una especificación correcta del tipo de inoxidable adecuado para el medio ambiente en que tendrá que actuar y sigue después en el proyecto del equipamiento y en los cuidados en la fabricación del mismo y en la utilización. La limpieza, como siempre, es un gran aliado de los inoxidables para prevenir esta y otras formas de corrosión.

El molibdeno como elemento de aleación tiene aquí un papel destacado y AMIB dispone de dos aceros inoxidables con muy buena resistencia al picado: el 316 entre los austeníticos y el 444 entre los ferríticos.

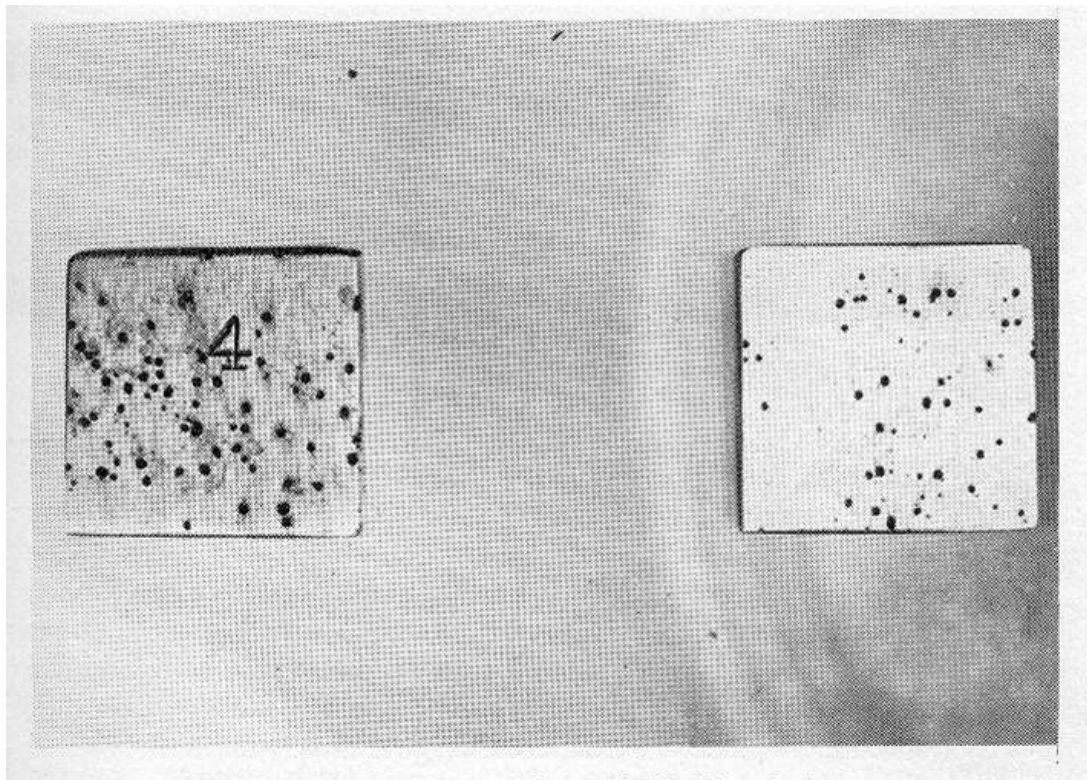
Héctor Mario Carbó
Desarrollo de Mercado
Acesita Argentina S.A.

Colaboración: Cláudia Iacopini Accorsi, ArcelorMittal Inox Brasil.

La resistencia a la corrosión por picado

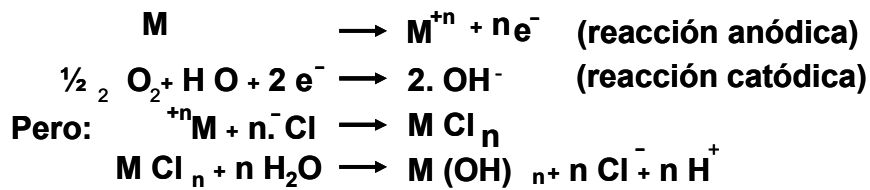
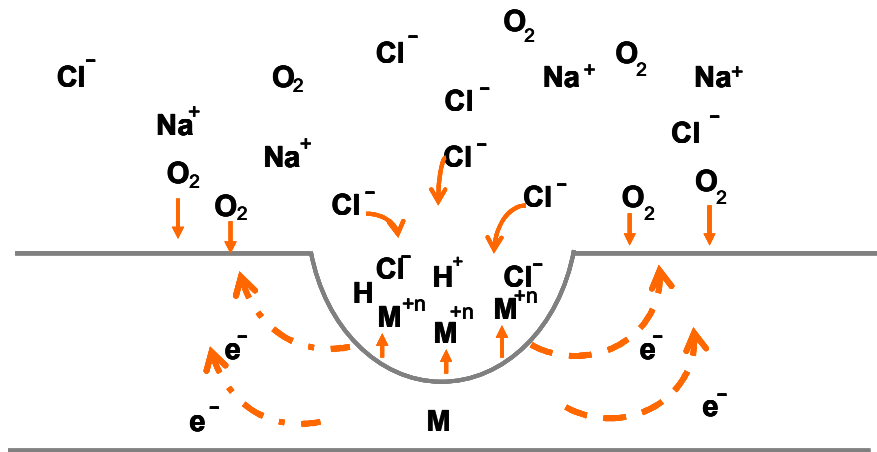
Los aceros inoxidable, como otros materiales, pueden sufrir corrosión por picado, principalmente en medios que contienen cloruros.

Los iones cloruro tienen la característica de poder quebrar (en ciertas condiciones de concentración y temperatura) la película pasiva de los aceros inoxidable, “robando” cationes metálicos de esta película, formando cloruros del metal (normalmente de hierro y de cromo en el caso de los aceros inoxidable) y creando lagunas metálicas en la película pasiva. El metal base tiende a ocupar esas posiciones libres, pero cuando la velocidad de creación de lagunas supera a la velocidad de reposición de cationes metálicos en la película pasiva, la corrosión por picado se transforma en un hecho, la película protectora es rota y el ataque en el metal base ocurre con rapidez, en un proceso autocatalítico en el que, a veces, la superficie atacada es pequeña, pero la profundidad es grande (la suficiente como para perforar el material).



Corrosión por picado en acero inoxidable 304 en medio ácido con cloruros, Corrosion Engineering, Fontana and Greene.

Normalmente, dentro de la picadura acabamos teniendo una gran concentración de aniones cloruros (que migran para la región anódica de corrosión atraídos por las cargas positivas de los cationes metálicos) y un bajísimo pH debido a la hidrólisis de los cloruros metálicos formados.



Las inclusiones de sulfuro de manganeso que se encuentran en la superficie del material son puntos propensos para que se inicie la corrosión por picaduras. La precipitación de carburo de cromo también favorece a esta forma de corrosión. También lo son las regiones en las que existe alguna irregularidad superficial, alguna imperfección en la película pasiva.

¿Como combatir este problema?

Desde luego, el cuidado con el estado de la superficie es muy importante. La **contaminación** con acero al carbono debe ser evitada. La formación de películas pasivas por **tratamiento con soluciones de ácido nítrico 15 a 20% de concentración** ayuda mucho en el combate a la corrosión por picado. También tiene importancia **el proyecto**, debiendo ser evitado siempre que sea posible la existencia de regiones que favorezcan la estanqueidad de los fluidos. Y **la limpieza**, como siempre, es fundamental. Una superficie en la que se permite que se formen depósitos o incrustaciones siempre será más propensa al picado.

Desde el punto de vista de la aleación, el cromo y el molibdeno tienen influencia significativa, siendo que el **molibdeno** tiene un peso mayor. El nitrógeno también aumenta la resistencia a la corrosión por picaduras, pero su participación en los aceros inoxidable es siempre en cantidades menores. El PREN (Pitting Resistant Equivalent Number) es calculado de la manera que se indica a continuación (y cuanto más alto sea su valor, mejor resistencia tendremos):

$$\text{PREN} = \% \text{Cr} + 3,3 \times \% \text{Mo} + n \times \% \text{N},$$

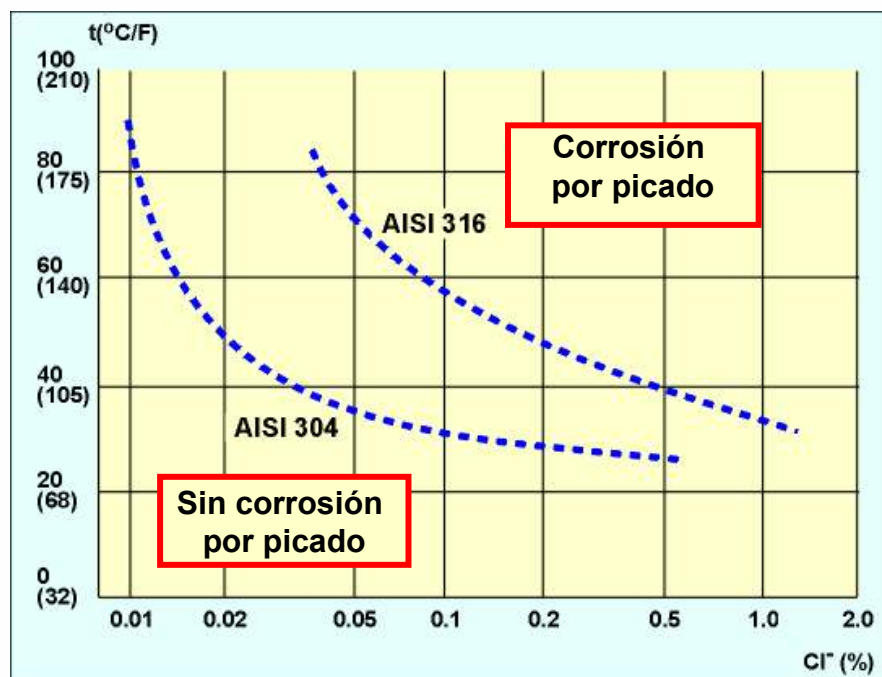
donde $n = 30$ en el caso de los aceros inoxidable austeníticos, $n = 16$ en los aceros duplex (austeno ferríticos). En el cálculo del PREN de los aceros inoxidable ferríticos no se considera el contenido de nitrógeno.

La comparación del PREN entre el 304 y 316, nos da una idea de la superioridad del 316 en esta forma de corrosión:

$$\text{PREN (304)} = 18 + 30 \times 0,05 = 18 + 1,5 = 19,50$$

$$\text{PREN (316)} = 16 + 3,3 \times 2 + 30 \times 0,05 = 16 + 6,6 + 1,5 = 24,10$$

La importancia del molibdeno se puede ver en la siguiente figura. Las curvas delimitan la utilización de los aceros 304 y 316 en el agua en función de la concentración de cloruro presente y de la temperatura.



Relación entre temperatura y concentración de cloruro en la corrosión por picado en aguas. La influencia del Mo.

Referencia: Sandvik Steel Corrosion Handbook. Stainless Steels.

No es correcto comparar el PREN de los austeníticos con el de los ferríticos, pero si podemos comparar el PREN entre materiales de la misma familia:

$$\text{PREN (430)} = 16$$

$$\text{PREN (439)} = 17$$

$$\text{PREN (444)} = 17,8 + 3,3 \times 1,8 = 17,8 + 6 = 23,80$$

En la resistencia a la corrosión por picado, la estabilización con titanio y niobio del 439 mejora aun más el comportamiento de este material (la diferencia con referencia al 430 es más grande que la exigua diferencia mostrada en el PREN).

En los austeníticos, cuando los comparamos con los ferríticos debe ser considerado siempre que los austeníticos tienen **mejor capacidad de repasivación** (algo que no es mostrado por el PREN), o sea, que una vez que se inició una picadura, los austeníticos muestran mejor capacidad para volver a formar la película pasiva.

Y no podemos nunca olvidarnos de que el medio en el cual se encuentra el material tiene una influencia muy grande. Los cloruros, los hipocloritos, el cloro gaseoso en presencia de humedad y algunos otros iones (como el tiosulfato, aunque con frecuencia menor) pueden provocar la corrosión por picado. Si estos iones se encuentran en un medio ácido, la situación será aun más crítica. Los medios básicos son, en este sentido, benéficos para el material y los iones hidroxilo inhiben las picaduras.

Sigue a continuación un resumen para ayudar a **prevenir** esta forma de corrosión.

- Aumentar la velocidad de los fluidos.
- Evitar, en el proyecto del equipamiento, regiones que faciliten la estanqueidad de los líquidos.
- Siempre que sea posible, tratar las superficies con ácido nítrico 15-20%, para tener una película pasiva uniforme y resistente.
- Evitar daños a la película pasiva.
- Evitar la contaminación con el acero al carbono.
- Cuidado con los cloruros!
- Limpiar con cuidado las regiones soldadas con soluciones o pastas de decapado.
- Utilizar aceros inoxidable con mayor contenido de Cr y Mo.