



ArcelorMittal

Boletín Técnico

**Boletín Técnico N°13
Julio/2009**

Introducción

En este Boletín trataremos de un tema que con cierta frecuencia nos preguntan.

Es sobre la máxima temperatura de utilización de los aceros inoxidable.

En este mes de julio completamos un año de publicación de los Boletines Técnicos, cumpliendo con nuestra promesa de entregar todos los meses uno de ellos. Es un buen momento para recordar los temas tratados.

- ⇒ Boletín N° 1 Julio 2008: Aceros inoxidable. Diez preguntas y 10 respuestas.
- ⇒ Boletín N° 2 Agosto 2008: Contaminación.
- ⇒ Boletín N° 3 Septiembre 2008: ¿Qué se puede hacer con los aceros inoxidable ferríticos?
- ⇒ Boletín N° 4 Octubre 2008: Los acabados de los aceros inoxidable.
- ⇒ Boletín N° 5 Noviembre 2008: ¿Por qué existen tantos aceros inoxidable austeníticos 304?
- ⇒ Boletín N° 6 Diciembre 2008: La limpieza de los aceros inoxidable.
- ⇒ Boletín N° 7 Enero 2009: La resistencia a la corrosión por picado.
- ⇒ Boletín N° 8 Febrero 2009: El acero P 410D de AMIB. Uno de los inoxidable que compiten con el acero al carbono.
- ⇒ Boletín N° 9 Marzo 2009: ¿Por qué razón algunos aceros inoxidable contienen molibdeno (Mo)?
- ⇒ Boletín N° 10 Abril 2009: ¿Por qué los aceros inoxidable son los materiales preferidos para estar en contacto con los alimentos en el hogar y en la industria alimentaria?
- ⇒ Boletín N° 11 Mayo 2009: Nuevos productos inoxidable de ArcelorMittal Inox Brasil.
- ⇒ Boletín N° 12 Junio 2009: Almacenaje y manipuleo. ¿Qué se debe hacer y qué no se debe hacer?

Los Boletines son distribuidos en todos los países de América Latina. Si les faltan algunos de ellos pueden solicitarlos a los distribuidores de aceros inoxidable que son clientes de ArcelorMittal Inox Brasil o a los representantes de ArcelorMittal en cada país.

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

¿Cuál es la máxima temperatura de utilización de los aceros inoxidable?

Cuando los aceros inoxidable son expuestos a temperaturas de 180/200 °C en la atmósfera, el oxígeno del aire comienza a combinarse con los mismos formando óxidos. Estos óxidos progresan en función del tiempo de exposición y del aumento de temperatura y la capa formada adquiere diferentes colores que, dependiendo del espesor de la capa de óxidos varía del amarillo (bajas temperaturas, poco tiempo de exposición) al negro (altas temperaturas, más tiempo de exposición), pasando por el marrón y el azul.

Definimos como máxima temperatura de utilización de un acero inoxidable la temperatura a la cual ese acero conserva la capa de óxidos formada sin que esa capa se desprenda. Con temperaturas superiores a estas máximas temperaturas de utilización, la velocidad de oxidación será mayor y para un período de 1.000 horas en esas temperaturas, ocurrirá un incremento de peso de la superficie oxidada superior a 10 mg por cada centímetro cuadrado de superficie. No estamos aquí considerando otros problemas que pueden eventualmente ocurrir incluso con temperaturas menores (podríamos mencionar entre ellos la disminución de propiedades mecánicas que todos los metales sufren, muchos de ellos a temperaturas mayores de 400 °C, la precipitación de carburos de cromo que afecta la resistencia a la corrosión, la precipitación de diversos tipos de fases que pueden comprometer el comportamiento del material).

En la definición anterior de máxima temperatura de utilización no consideramos el medio ambiente, que desde luego es importante y tampoco mencionamos si la utilización del material en altas temperaturas es continua o cíclica. En este último detalle, nos encontramos con una sorpresa: los aceros inoxidable ferríticos se comportan de una manera diferente que los austeníticos y esa diferencia de comportamiento está relacionada con los coeficientes de dilatación térmica de los materiales. Los aceros inoxidable austeníticos se dilatan mucho más que los ferríticos y en sistemas cíclicos en que el material se calienta y se enfría, los óxidos formados no consiguen acompañar con facilidad las dilataciones y contracciones de los austeníticos. Por eso, la máxima temperatura de utilización en los aceros austeníticos es mayor en sistemas continuos que en sistemas cíclicos, ocurriendo precisamente lo contrario con los aceros inoxidable ferríticos que tienen una máxima temperatura de utilización más grande en condiciones cíclicas que continuas. En la gran mayoría de los casos se trata casi siempre de servicios cíclicos.

En la próxima tabla damos la máxima temperatura para trabajos en el aire (atmósfera normal) de algunos aceros inoxidable. Es indicada la cantidad de cromo y níquel (y en algunos casos de molibdeno) de los materiales.

De todos los elementos de aleación, el cromo es el que juega el papel más importante en la resistencia a la oxidación en altas temperaturas. El níquel ayuda a conservar mejor la resistencia mecánica y la ductilidad en estas temperaturas. En los austeníticos, un 18% de cromo permite una respuesta adecuada para muchas situaciones enfrentadas en la práctica. Pero un salto importante en la resistencia a la oxidación se consigue solamente con 25% de cromo, como lo es en el caso del inoxidable 310.

Máximas temperaturas de utilización en el aire

	Acero inoxidable	Servicio cíclico (°C)	Servicio continuo (°C)
Austeníticos	S. 200 (17Cr 4Ni 6 Mn)	815	845
	301 (17Cr 7Ni)	840	900
	304 (18Cr 8Ni)	870	925
	316 (16Cr 10Ni 2Mo)	870	925
	317 (18Cr 11Ni 3Mo)	870	925
	321 (18Cr 9Ni Ti)	870	925
	347 (18Cr 9Ni Nb)	870	925
	310 (25Cr 20Ni)	1035	1150
Ferríticos	409 (11Cr Ti)	815	705
	P410D (11Cr)	815	705
	430 (16Cr)	870	815
	446 (26Cr 1Mo Ti)	1175	1095

Los inoxidables 316 y 317, con molibdeno y por eso más resistentes a la corrosión por picaduras y los estabilizados 321 y 347 más resistentes a la corrosión intergranular no tienen en el aire una temperatura máxima de utilización superior a la del 304.

En la tabla anterior las máximas temperaturas de utilización serían menores si el aire no fuera un aire seco, o sea, si fuera un aire con presencia de vapor de agua. Cuando la atmósfera en la que los materiales se encuentran es considerada una atmósfera sulfurosa, sea oxidante (con presencia de dióxido de azufre) o reductora (presencia de sulfuro de hidrógeno), la máxima temperatura de utilización de los inoxidables disminuye bastante, como puede ser visto en la próxima tabla, principalmente de los austeníticos en medios sulfurosos reductores, aunque los valores presentados pueden variar mucho dependiendo de la concentración y de la presencia de otros componentes, como por ejemplo, hidrógeno, oxígeno y vapor.

Si comparamos el comportamiento de los aceros inoxidables con el acero común, las diferencias en la resistencia a la oxidación en altas temperaturas son considerables. En los aceros al carbono la velocidad de oxidación es muy alta después de los 525 °C. Los aceros al carbono que contienen cromo como elemento de aleación tienen un comportamiento mejor, pero no tienen cromo suficiente como para compararse con los aceros inoxidables.

Los aceros al carbono tienen también inferior resistencia mecánica en altas temperaturas que los inoxidables, principalmente que los inoxidables austeníticos (los ferríticos son, en estas condiciones, más parecidos con el acero al carbono).

Máximas temperaturas de utilización en atmósferas sulfurosas

	Acero inoxidable	Atmósfera sulfurosa oxidante (°C)	Atmósfera sulfurosa oxidante (°C)
Austeníticos	304	750	590
	316	750	590
	321	750	590
	347	750	590
	310S	1050	650
Ferríticos	409	740	710
	410D	740	710
	430	820	790