

Comportamiento frente a la corrosión de los aceros inoxidable AISI 430L P/M.

F.A. CORPAS¹, F.J. IGLESIAS², J.M. RUIZ², S. CODINA¹, J.M. RUIZ², V. GARCÍA²

(1) E.U.P. de Linares. Universidad de Jaén, C/ Alfonso X el Sabio 28. Linares (Jaén).

(2) E.T.S.I. de Minas de Madrid. Universidad Politécnica de Madrid, C/ Ríos Rosas. Madrid.

En este trabajo hemos estudiado la resistencia a la corrosión que presentan los aceros inoxidable ferríticos 430L fabricados por procedimientos pulvimetalúrgicos. Hemos evaluado y comparado distintas series de aceros inoxidable 430L sinterizados, templados y madurados a diferentes temperaturas en atmósfera de nitrógeno, introduciéndolos en varios medios corrosivos de distinta naturaleza.

Por último, se determinó la microestructura, mediante microscopía electrónica de barrido. Los mejores valores de resistencia a la corrosión se encuentran para los aceros tratados a 300°C y 600°C.

Palabras clave: Acero inoxidable, resistencia a la corrosión, picaduras, niebla salina.

Behavior in different corrosive environments of the AISI 430L stainless steels P/M.

In this paper we have studied the resistance to corrosion of the 430L ferritic stainless steels, manufactured by powder metallurgy. We have compared the behaviour of the different series of 430L stainless steels sintered, tempered and annealing, in different corrosive environments. Finally, the microstructure of the steels was determined by means of scanning electron microscopy. The better resistance to corrosion are produced in the steel annealing to 300°C and 600°C.

Keyword: Stainless Steels, resistance to corrosion, pitting, salt spray test chamber.

1. INTRODUCCIÓN.

Los aceros inoxidable ferríticos están formados por cromo (12,0-30,0%), contienen además níquel y molibdeno en cantidades que no sobrepasan generalmente el 1%, y en ocasiones se les adicionan otros elementos como son el aluminio, silicio, titanio y niobio. El contenido en carbono nunca es superior al 0,2%.

Este grupo de aceros presenta una serie de problemas importantes como son: la formación de fase σ , carburos y nitruros que producen fenómenos de fragilización y de sensibilización, produciendo una disminución de la ductilidad y de la resistencia a la corrosión.

Por otro lado, para un mismo acero inoxidable sinterizado, al margen de la geometría y la porosidad, los parámetros del proceso productivo marcan las características finales del producto^[1].

El nitrógeno cuando se encuentra presente en las atmósferas de los hornos, difunde rápidamente a las altas temperaturas en las cuales se encuentran las piezas, por lo que éstas se encontrarán saturadas de este elemento, sobre todo en su superficie. Cuando empieza a disminuir la temperatura lentamente, la solubilidad del nitrógeno aumenta aún más^[2,3] y al seguir enfriando, la solubilidad disminuye, y si la velocidad de enfriamiento no es lo suficientemente rápida, se produce la precipitación de nitruros de cromo en forma de eutéctico. Esta precipitación se suele producir en los bordes de grano, en la fase austenítica y en la matriz en la fase ferrítica, con la consiguiente disminución de cromo alrededor de los precipitados, y por lo tanto, un empeoramiento de la resistencia a la corrosión.

En este trabajo se ha procedido a realizar la solubilización y posterior precipitación de los nitruros de cromo en forma de finas partículas en la matriz ferrítica, mediante un proceso de temple y posterior envejecido a distintas temperaturas.

2. PARTE EXPERIMENTAL.

Los polvos de los aceros inoxidable ferríticos que se utilizaron, se obtuvieron por atomización en agua, por Coldstream SA (Bélgica). Las características de los polvos utilizados en la presente investigación son detalladas a continuación, en la tabla I.

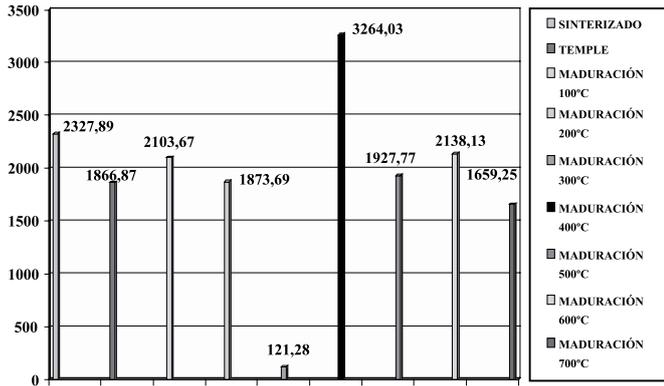
TABLA 1.

Tipo de Acero	COMPOSICIÓN (% EN PESO)							Densidad aparente g/cm ³	Velocidad de flujo S/50g	Tamaño de partícula μ m
	Fe	Cr	Ni	Mo	Mn	Si	C			
430L	Base	16,9	0,10	---	0,18	1,16	0,018	2,88	27,4	<150

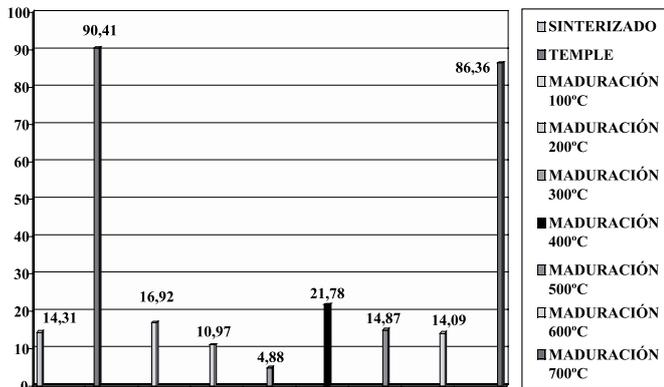
La compactación de los polvos se realizó de forma uniaxial en matriz flotante, con lubricación en las paredes de las misma y controlando la velocidad de aplicación de la carga. Se utilizó estearato de cinc como lubricante.

Los polvos se compactaron a una presión de compactación de 700 Mpa, en una prensa de 150 toneladas, de forma uniaxial en matriz flotante, con lubricación en las paredes de las misma y controlando la velocidad de aplicación de la carga. Obteniéndose probetas cilíndricas normalizadas MPIF Standard 45 (ASTM B331). Con un diámetro de 25 mm y un peso aproximado de 20 gramos.

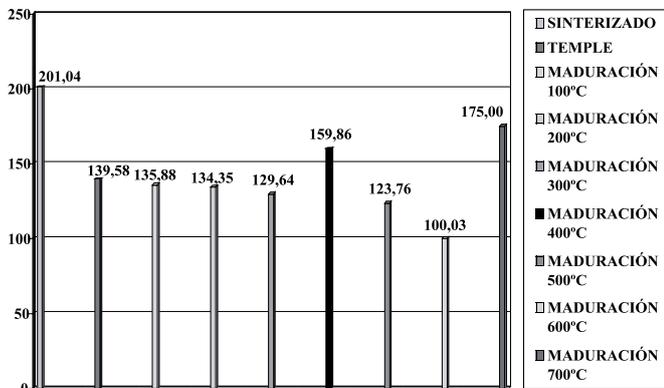
Para realizar la sinterización se utilizó un horno tubular de laboratorio Termiber, con atmósfera controlada (N₂ 90%-H₂10%), con muy bajo contenido de vapor de agua, para evitar la formación de óxidos superficiales. El tiempo de sinterización fue de 30 minutos y la temperatura de 1250 °C.



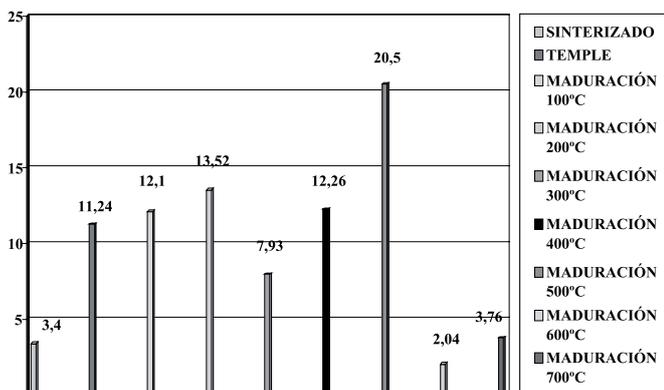
Gráfica N° 1: ENSAYOS CON HCl AL 35%
 V_c =g/m²día



Gráfica N° 2: ENSAYOS CON H₂SO₄ AL 50%
 V_c =g/m²día



Gráfica N° 3: ENSAYOS DE NIEBLA SALINA
 V_c =g/m²día



Gráfica N° 4: ENSAYOS DE AGUA DE MAR
 V_c =g/m²día

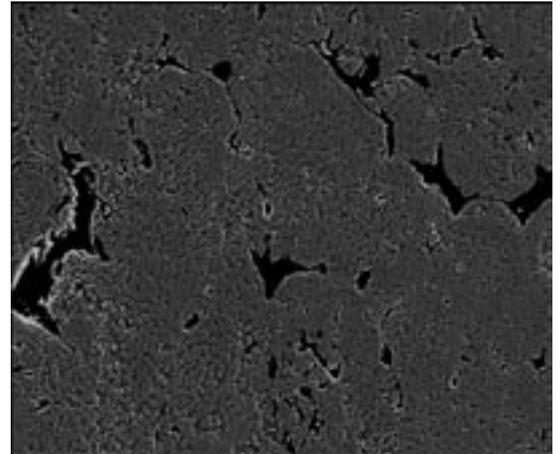


Figura n°1.

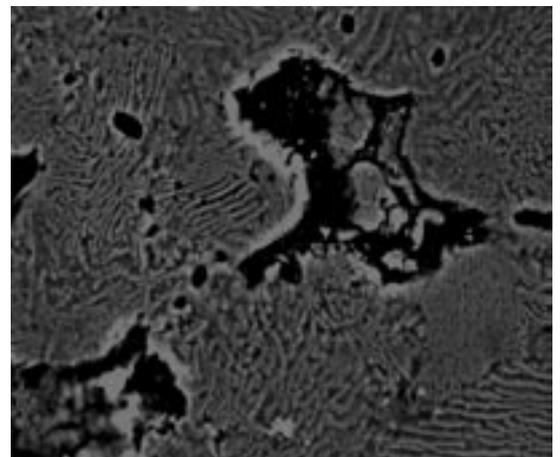


Figura n°2.

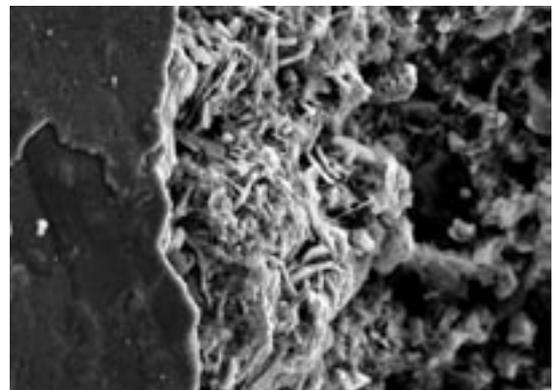


Figura n°3.

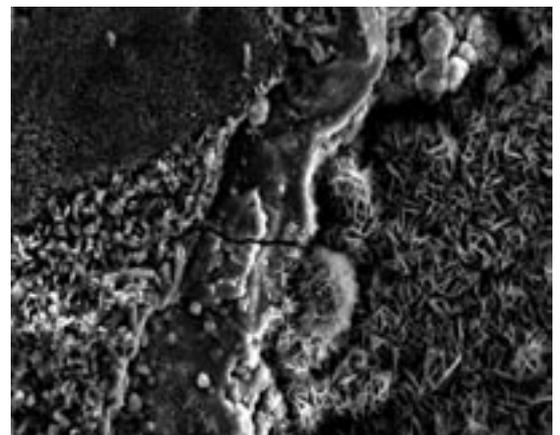


Figura n°4.

Para la realización del temple se utilizó el mismo horno que para la sinterización, calentando hasta una temperatura de 1150°C, con una velocidad de calentamiento de 5°C/min. Posteriormente se realizó un enfriamiento rápido en agua.

El proceso de envejecimiento se realizó con la misma velocidad de calentamiento, 5°C/min., hasta alcanzar la temperatura deseada para cada una de nuestras series. Se realizaron distintas series maduradas desde 100°C hasta 700°C.

Se han realizado ensayos de corrosión tanto de corrosión uniforme en medio ácido como de corrosión localizada por picaduras.

Los ensayos se efectuaron mediante ensayos de inmersión, sin aireación y a temperatura ambiente (excepto el de cámara salina).

La inmersión se efectuó en un matraz abierto y con un volumen aproximado de disolución de 250 ml (excepto en el ensayo en NaCl 5%, que se utilizó 500 ml). Las probetas se suspendieron en el interior del matraz mediante un hilo de teflón, para dejar libre las dos caras de las probetas.

Una vez finalizados los ensayos, se sacaron las muestras de la disolución y se enjuagaron. Posteriormente, se lavaron con jabón y enjuagadas con abundante agua, para evitar que el reactivo quede retenido en los poros del material, a continuación, fueron desecadas en una estufa.

La duración de este ensayo es de 500 horas y se emplea como reactivo una solución de cloruro sódico del 5% en agua destilada y que no contenía más del 0.02% de impurezas.

La microestructura ha sido realizada mediante microscopía electrónica de barrido.

3. RESULTADOS.

En la gráfica n°1 y n°2 se indican el comportamiento que presentan los aceros inoxidable ferríticos 430L en medio ácido. Como valor de referencia se ha tomado el obtenido para el acero 430L sinterizado en atmósfera de N₂ 90%-H₂10%, sin templear y envejecer.

Los resultados de la gráfica n°1 nos indican que para la temperatura de envejecimiento de 300 °C, se produce un fuerte aumento de la resistencia a la corrosión en medio clorhídrico, descendiendo la velocidad de corrosión en un 94,79%, bajando hasta un valor de 121, 28 g/ m².día.

En la gráfica n°2, se observa que los mejores valores obtenidos son para las temperaturas de envejecimiento de 300 y 400 °C, siendo respectivamente el descenso de la velocidad de corrosión de 23, 34 % y 65,90 %, respectivamente.

En las gráficas n°3 y n°4 se reflejan los resultados de los ensayos de corrosión por picaduras, cámara de niebla salina e inmersión en agua de mar. El ataque que se presentó en las probetas fue de tipo uniforme, por lo que no se ha podido determinar ni el tamaño ni la densidad de las picaduras.

En los resultados obtenidos en cámara de niebla salina nos indican que los resultados obtenidos para todas las temperaturas de envejecimiento en muy similar, aunque para la temperatura de 600 °C se produce el mejor resultado, con un descenso de la velocidad de corrosión del 50, 24%

En los ensayos de inmersión de agua de mar, se observa un descenso de la resistencia a la corrosión por picaduras para todas las temperaturas de envejecimiento, salvo para los envejecidos a 600 °C.

En la figura n°1, se observa los nitruros de cromo precipitados en forma de eutéctico, en los aceros inoxidable 430L sinterizados en atmósfera de nitrógeno-hidrógeno. En la figura n°2 se observa la disolución de los nitruros de cromo en la matriz, después del proceso de temple.

En las furas n°3 y n°4 se observa la corrosión localizada en los poros del acero inoxidable.

4. CONCLUSIONES.

- Para la temperatura de envejecimiento de 300 °C, se produce un aumento de la resistencia a la corrosión general en medio ácido.
- La resistencia a la corrosión por picaduras, salvo para la temperatura de 600 °C, no se produce un aumento notable, debido a que este tipo de corrosión se ve muy influenciada por la porosidad superficial y la formación de óxidos superficiales en el acero, y mediante el proceso de temple y envejecimiento estos dos factores no se modifican de manera significativa.

5. BIBLIOGRAFÍA.

1. W.R Moyer, W.R. Jones. " Stainless steels for improved corrosion resistance" Advanced in powder metallurgy, vol 4, pag 145-158, 1991.
2. J.H. Reinshagen, R.P. Mason. Advanced in Powder Metallurgy & Particulate Materials, 1992 vol.5, 385-397.
3. G. Lei, R.M. German, H.S. Nayar. Progress in powder Metallurgy, 1983 vol.39, 391-410.

Recibido: 1.2.03

Aceptado: 30.11.03