

04.82.24

V. 1 - 309 -

DETERMINACION METALOGRAFICA NO DESTRUCTIVA DE FERRITA DELTA
EN ACEROS INOXIDABLES AUSTENITICOS

José OVEJERO GARCIA - Daniel VASSALLO.-

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA - Argentina.-

I) I N T R O D U C C I O N

De la cantidad de ferrita delta contenida en un acero inoxidable austenítico (cordón de soldadura, fundiciones, etc.) dependen una serie de propiedades del material (1), (2): resistencia a la corrosión, fisuración en caliente, características mecánicas, etc. Por esta razón el código ASME impone como requerimiento para cordones de soldadura de aceros inoxidables austeníticos, contenidos de ferrita delta comprendidos entre el 3 y el 9 %, para varios componentes nucleares. Por otra parte, actualmente, en numerosas instalaciones de la industria química (ácido sulfúrico, ácido nítrico, sulfídrico, hidrógeno, etc.) también se exigen determinados contenidos de ferrita delta en los cordones de soldadura y en las fundiciones de aceros inoxidables austeníticos.

Por este motivo es necesario poder contar con técnicas, en lo posible no destructivas, que permitan determinar con exactitud y rapidez el contenido de ferrita delta en los aceros de tipo inoxidable.

Existen numerosos métodos de determinación de esta fase: a) empírico, a partir de datos de la composición química (diagramas de SCHAEFLER o DE LONG), b) Rayos X, c) Magnético. El pro y la contra de cada una de estas técnicas fue analizado detalladamente por DE LONG (2).

En el presente trabajo se presenta un método metalográfico no destructivo que permite determinar en forma simple y precisa, el porcentaje de ferrita delta en los aceros inoxidables.

II) T R A B A J O R E A L I Z A D O

II - 1) MATERIAL UTILIZADO.

En las experiencias realizadas fué empleado un acero inoxidable austenítico tipo AISI 316-L, de la siguiente composición química:

C:	0,020	Mn:	0,5	Si:	0,5
P:	0,020	S:	0,005	Cr:	18,0
Ni:	12,1	Mo:	2,4		

Las chapas de este acero, de 10 mm. de espesor, fueron soldadas con material de aporte AISI 316-L (E 316-L)

II - 2) PREPARACION METALOGRAFICA

Fueron preparadas metalográficamente distintas zonas del cordón de soldadura. El desbastado fué realizado en papel abrasivo (CSi) hasta grado 600. Con el objeto de eliminar el daño producido por la abrasión, muy importante en el caso de los aceros inoxidable, se finalizó con un pulido electrolítico utilizando el método del tampón (3).

II - 3) ATAQUE METALOGRAFICO

El punto más importante en la detección metalográfica de la ferrita delta, es el ataque utilizado para revelar esta fase. La técnica de ataque a utilizar debe cumplir ciertos requisitos:

- i) Dar un buen contraste entre las fases delta y gama.
- ii) Ser reproducible dentro de los márgenes de error del operador.

Tomando como base estas premisas, fueron probados diferentes tipos de ataques metalográficos. De los existentes en la literatura, el que más se adaptó a los requerimientos exigidos fué el ataque electrolítico en base a OHNa. El mismo fué realizado en las siguientes condiciones:

Electrolito:	OHNa al 40%.-
Tensión:	3 V a circuito abierto.
Tiempo:	45 segundos.
Temperatura:	ambiente.

No conformes con los resultados obtenidos con este ataque, fué desarrollado otro tipo de ataque en base a HCl. Este último cumple en forma satisfactoria los requisitos exigidos. Las condiciones de trabajo fueron las siguientes:

Electrolito:	HCl al 1% en Agua destilada
Tensión:	6 V a circuito abierto
Tiempo:	15 segundos.
Temperatura:	ambiente.

En ambos ataques fue utilizada la técnica del tampón introducida por JACQUET (3). Como es conocido esta técnica brinda la posibilidad de proceder a un ataque local sin necesidad de destrucción de la pieza.

II - 4) OBSERVACION

La observación de la pieza in situ, por microscopía óptica, es muy difícil y en algunos casos imposible de realizar. Para obviar este inconveniente, JACQUET (4) desarrolló un método de réplicas usado en el presente trabajo, que permite obtener una copia exacta de la microestructura del material y que puede ser observada por transparencia o por reflexión.

III) RESULTADOS Y DISCUSION

Para la determinación del contenido de ferrita delta existente en los aceros inoxidable, la metalografía cuantitativa provee herramientas adecuadas. Se pueden utilizar métodos manuales o automáticos. Estos últimos permiten acelerar significativamente la obtención de resultados.

Pasaremos a analizar los parámetros que influyen en la determinación metalográfica de esta ferrita delta.

i) FACTOR CONTRASTE:

El contraste existente entre las fases presentes en la microestructura de un material, juega un rol fundamental en la metalografía cuantitativa al utilizar el método automático. Si no existe un buen contraste entre las fases, los valores obtenidos al emplear el método automático, son afectados de grandes errores muy difíciles de evaluar.

Las fotomicrografías 1, 2 y 3 muestran que el ataque con HCl brindó un excelente contraste y que es muy superior al obtenido con el ataque en base a OHNa (Ver fotomicrografías 4, 5 y 6)

Con el objeto de comparar ambas técnicas de ataque se determinó el contenido de ferrita delta utilizando el método manual (Contaje por puntos Pp) y el automático (QTM). Los resultados se muestran en la TABLA I.-

TABLA I

REACTIVO	METODO DE DETERMINACION	PORCENTAJE DE FERRITA DELTA
HCl 1 %	M a n u a l	8,66 ± 0,8
HCl 1 %	Q.T.M.	9,72 ± 0,97
OHNa 40%	M a n u a l	8,54 ± 0,8
OHNa 40%	Q.T.M.	10,27 ± 2,0

Como puede observarse el ataque con HCl es la técnica que da el menor error al utilizar el método de determinación automática del contenido de ferrita delta. Este resultado era de esperarse debido al excelente contraste que brinda dicha técnica (HCl) de ataque.

ii) REPRODUCTIBILIDAD

Una vez evaluado el contraste que brinda la técnica de ataque con HCl, se pasó a determinar la reproductibilidad de dicho ataque. Para ello se consideró la influencia que tiene el

tiempo de ataque en el porcentaje de ferrita delta, como posible error del operador.

Los resultados de estos ensayos (TABLA II) muestran que tiempos de ataques muy diferentes dan resultados similares de contenido de ferrita delta.

TABLA II

REACTIVO	TIEMPO DE ATAQUE	PORCENTAJE FERRITA DELTA	ERROR
HCl 1 %	15 seg.	9,72	10%
HCl 1 %	45 seg.	9,78	10%
HCl 1 %	135 seg.	9,86	10%

La tensión y la temperatura fué en todos los casos la misma: tensión 6 V, temperatura: ambiente.

IV) CONCLUSIONES

El ataque en base a HCl en las condiciones que se indican:

Reactivo: HCl 1% en Agua.
Tensión: 6 V (Circuito abierto)
Tiempo: 15 Segundos.
Temperatura: Ambiente.

hace posible el uso de la técnica metalográfica no destructiva para la determinación de ferrita delta de aceros inoxidable austeníticos en forma rápida, sencilla y con una muy buena precisión, permitiendo también el uso de métodos automáticos de metalografía cuantitativa.

V) REFERENCIAS

- 1) HULL, F.C. - Welding Journal, 46(9), 3395 - (1967)
- 2) DE LONG, W.T. - Welding Journal, 53(7), 2735 - (1974)
- 3) JACQUET, P.A. - Rev. Met. 54(2), 127 - (1957)
- 4) JACQUET, P.A. - Rev. Met. 55(6), 531 - (1958)

ATAQUE 1 % HCl

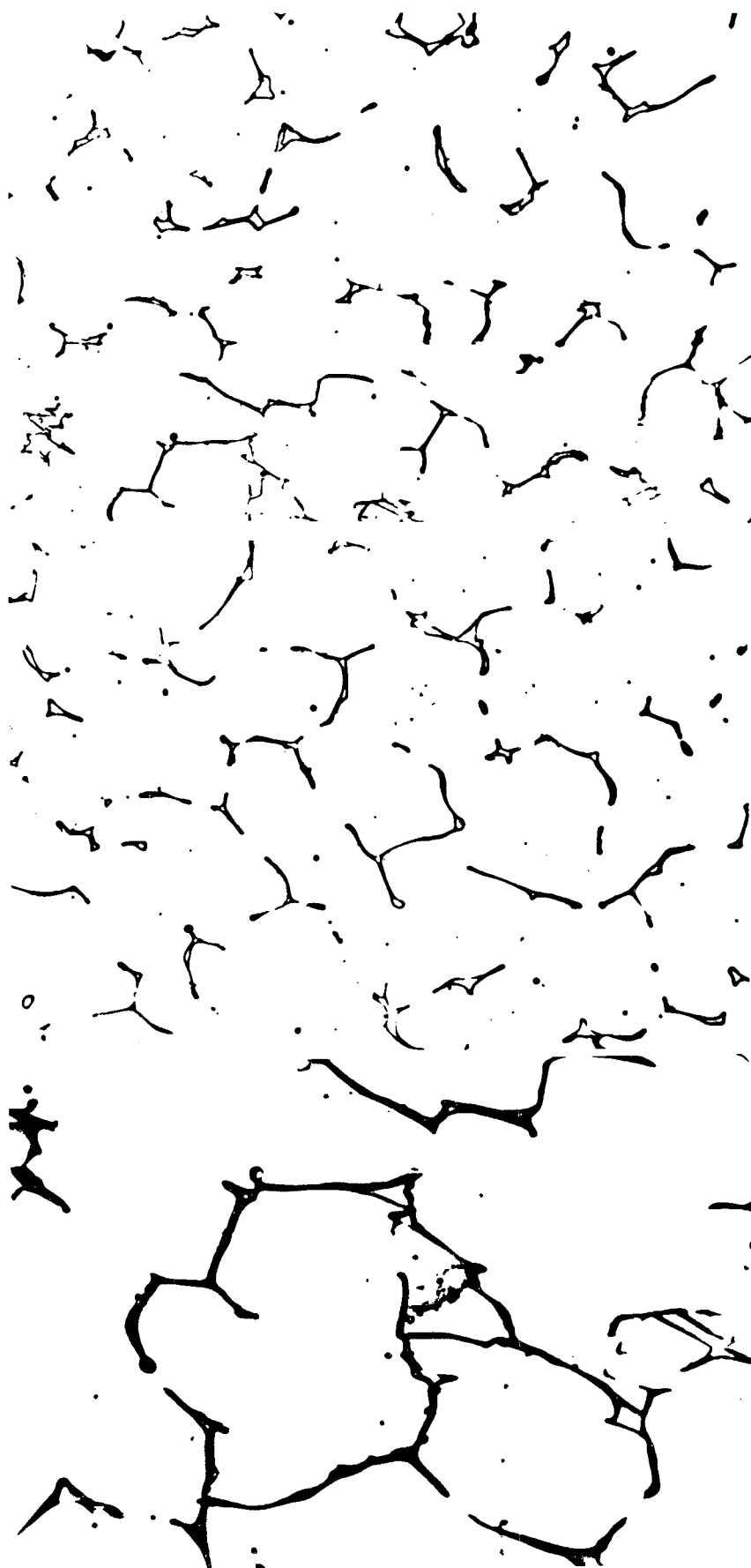


FIG. 1.-
(1000 X)

FIG. 2.-
(1000 X)

FIG. 3.-
(2000 X)

ATAQUE 40 % GHNa

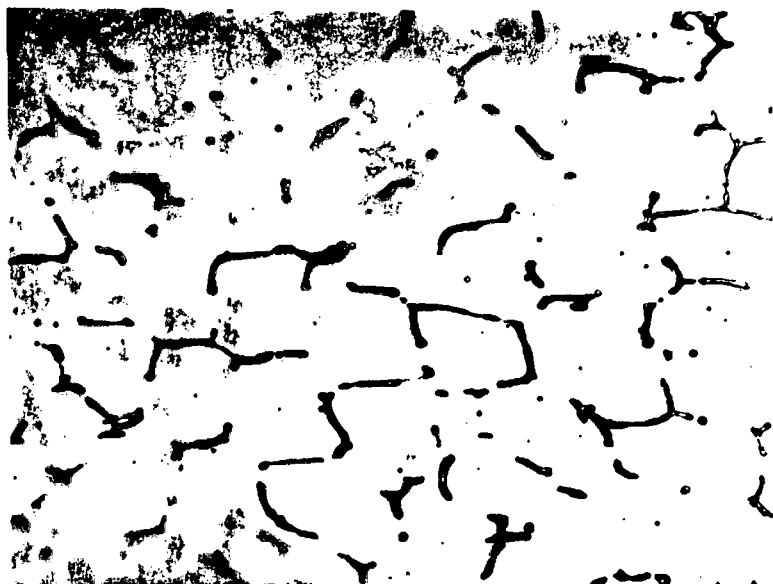


FIG. 4.-
(1000 X)



FIG. 5.-
(1500 X)

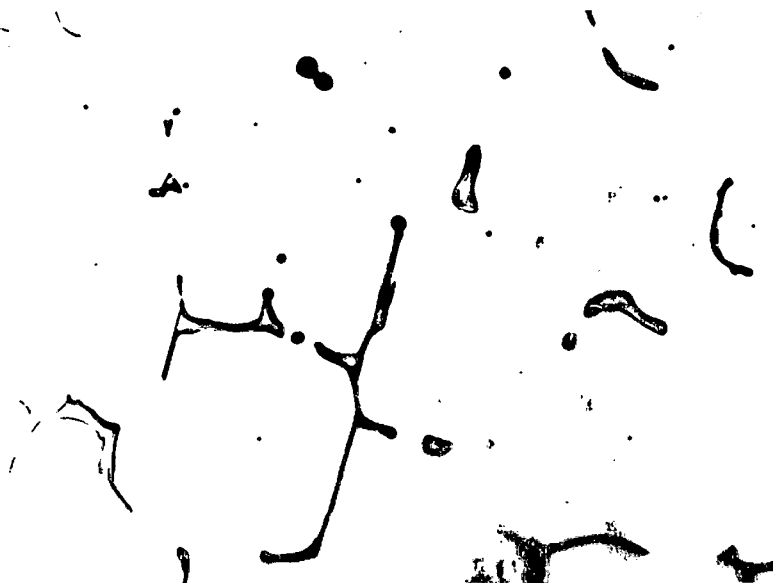


FIG. 6.-
(2000 X)