

C. N. E. A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1979

04.79.07

(ej. 2)

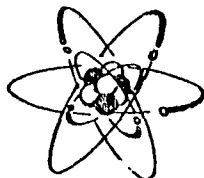
R6  
061.3:  
620.179.1  
C76  
1979

NACIONES UNIDAS



PROGRAMA DE LAS N. N. U. U.  
PARA EL DESARROLLO

REPUBLICA ARGENTINA



COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA  
C. N. E. A.

ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS



O. E. A.

## I CONFERENCIA REGIONAL SOBRE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

CENTRO CULTURAL GRAL SAN MARTIN  
11 al 15 de Junio de 1979

### PROBETA PATRON DE FISURAS, PARA EVALUACION DE COMPORTAMIENTO DE LIQUIDOS PENETRANTES.

BAEZ Juan N. ( CNEA, Argentina )

BASILE Julio ( CNEA , Argentina )

TORRES Miguel A. (JUNTA NUCLEAR, Colombia)

BUENOS AIRES  
Argentina

PROBETA PATRON DE FISURAS, PARA EVALUACION DE COMPORTAMIENTO  
DE LIQUIDOS PENETRANTES

1.- INTRODUCCION

Para el ensayo de superficie en materiales no porosos, especialmente los metálicos, no ferromagnéticos, el método de ensayo por líquidos penetrantes (LP) es el procedimiento más adecuado no por su supuesta sencillez, sino por su elevada sensibilidad y la forma directa e inequívoca con que brinda la información buscada.

Aplicado correctamente según una técnica apropiada al tipo de material y defecto buscado permite detectar y evaluar semicuantitativamente fisuras con aberturas del orden de 0,1 micrón y profundidades menores que 10 micrones. Pero también es cierto, que estos límites de detección, sólo es posible alcanzarlos si el LP usado posee las propiedades necesarias.

La CNEA, en las tareas de normalización sobre Ensayos no Destructivos que realiza conjuntamente con el IRAM, debe presentar este año un esquema inicial para la redacción de la norma IRAM-CNEA Y 500-1004, sobre materiales para ensayo con líquidos penetrantes.

En un trabajo anterior (1), hemos tratado en términos generales el problema de la evaluación de los materiales usados en el ensayo con líquidos penetrantes. En el presente trabajo nos ocuparemos específicamente de los patrones de fisuras requeridos para evaluar el límite de detección o sensibilidad del proceso de ensayo con líquidos penetrantes, exponiendo nuestras experiencias con respecto a un patrón que pueda ser incluido en la norma de referencia.

El objeto de nuestro trabajo es definir un patrón de fisuras aplicable en la evaluación de LP que deben ser usados en el ensayo de construcciones de acero y que cumpla además con los siguientes requerimientos:

- pueda ser producido mediante procesos metalúrgicos económicos y usuales.
- que esté construido con elementos que entren en la composición de los aceros.
- que las fisuras sean resultado de sollicitaciones en el material y no el producto o apareamiento de superficies mecanizadas.
- que sea resistente a la corrosión, y estable a temperaturas de hasta 120°C como mínimo.

2.- PATRONES DE FISURAS PARA LP

Sin hacer un inventario exhaustivo de los distintos patrones en uso, mencionaremos los principales tipos:

Patrones de Aluminio: en los cuales las fisuras se obtienen por ciclado térmico (2). Corresponde a la norma MIL-I-25135 C. Previstos originalmente para uso en la industria aeronáutica, en la cual la mayoría de los materiales a ensayar corresponden al aluminio y sus aleaciones. Las fisuras no son controlables en profundidad y el mapa de fisura varía con el uso, principalmente debido al secado en caliente. En nuestro país resulta muy difícil obtener la aleación de Al recomendada. Entendemos que por otra parte, no es recomendable su uso para LP que se emplean en aceros, pues la reacción superficial de este material frente a un determinado LP puede ser muy diferente a la que presenta el aluminio.

Patrones de acero con depósito de cromo: de este tipo existen muchas variaciones, según las distintas normas de organizaciones que las adoptan ó proponen (ASTM, BS, AOD). Las principales ventajas que presentan son: material usado; posibilidad de control de la profundidad y ancho de las fisuras, geometría definida del mapa de fisuras y en algunos casos inalterabilidad y permanencia del mapa de fisuras.

Patrones maquinadas: existen propuestas diferentes, variedades preparadas en base al apareamiento de dos superficies maquinadas (3). Si bien se puede con ellas graduar la seguridad de las paredes y su separación, siempre resulta objetables por el carácter artificial de la discontinuidad obtenida.

## 2.1.- Patrón propuesto

El patrón que se propone está basado en el tipo de los que denominamos como de "acero con depósito de cromo", y que con distintas variantes está descrito en numerosa literatura (2) (4) (5) (6).

Está constituido por una placa de acero inoxidable, preferiblemente magnética, sobre la cual se deposita una capa de cromo duro, que luego se tensiona para producir un mapa de fisuras, cuya profundidad queda fijada por rectificado y cuyo núcleo se regula por variación de la tensión aplicada.

El proceso de fabricación puede ser descrito como sigue:

- 1.- Selección del material: chapa de acero inoxidable de aproximadamente 4 mm de espesor.
- 2.- Cortado de placas de 25 x 75 mm.
- 3.- Rectificado de las placas obteniendo caras paralelas y fijando el espesor entre 2 y 4 mm.
- 4.- Depósito de una capa de cromo duro por proyección hasta lograr espesor de depósito de 400 a 500 micrones.
- 5.- Rectificado de la capa de cromo duro extremando los cuidados para evitar excesiva producción de fisuras de rectificado y ajustando el espesor de la capa a un valor prefijado. Medir el espesor exacto, mediante microscopía óptica.
- 6.- Producir el mapa de fisuras mediante la aplicación de imprentas con bola BRIMELL de 10 mm de diámetro y distintas cargas entre 200 y 3000 kg., según espesor de la placa y ancho máximo de fisura que se pretenda.

- 7.- Mediante microscopía óptica, hacer una observación de las fisuras y aplicando un muestreo, medir el ancho de las más gruesas, de las medianas y de las más finas.
- 8.- Mediante una técnica de LP fluorescentes de elevada sensibilidad, revelar el mapa de fisuras obtenido y obtener un registro fotográfico.
- 9.- Con los datos de fabricación, los valores obtenidos en la observación microscópica y el registro fotográfico, preparar la documentación de certificación del patrón.

Mediante el proceso descrito es posible preparar patrones que pueden ser utilizados para evaluar LP, ya sea en forma aislada ó bien comparar la sensibilidad entre LP de diferente partida de fabricación ó marca.

En las tablas I a VI se dan los resultados de las mediciones del ancho de fisuras obtenidas por el procedimiento descrito en una serie de probetas, en las cuales han hecho variaciones de carga de deformación, de espesor de placa y cromado, y de material de base. En todos los casos el cromado fue hecho por proyección.

En la figura 1 se pueden observar micrográficas, que muestran el aspecto de las fisuras a 25 y 3200 aumentos con microscopio de Sonido.

En las figuras 2 y 3 se puede observar el mapa de fisuras, revelado mediante LP fluorescente, A1, según norma IRAM-CNEA Y 500-1001. Si se comparan ambos mapas con las características dadas para dichas probetas en las tablas V y VI respectivamente, se puede comprender las diferencias que presentan. En efecto la probeta A1, tiene solamente 2,5 mm de espesor, en el metal base y 312 micrones de recubrimiento mientras que la probeta C5 tiene mayor espesor (4,3 mm) de metal base y menor espesor de cromo (270 micrones).

### 3.- CONCLUSIONES

Se estima que el patrón de fisuras propuesto, puede ser usado con ventajas sobre otros tipos, en la evaluación de LP a emplear en el ensayo en el ensayo de aceros.

Su fabricación y control es relativamente simple.

La profundidad, ancho y cantidad de fisuras puede ser fácilmente regulada, controlando la relación de dureza y de espesor entre cromado y metal base, y variando el valor de la carga aplicada para tensionar el cromado.

Un futuro ensayo sistemático sobre estas condiciones, permitirá definir con precisión, material, espesor de cromado y dimensiones de metal base para su incorporación a la norma sobre materiales para el ensayo con líquidos penetrantes a homologar por el IRAM.-

Probeta: A1

Metal de base: Acero inoxidable 403 (0,5% Si, 1%Mn, 0,15%C) Magnético

Dimensiones: 69x23x2,5 mm

Espesor de capa de cromo: 312 um

Dureza del cromado: 990-1000 (Hv). Dureza del acero: 464 (Hv)

Deformación

Carga (Kg.)	750		1000		500		250	
Ancho de fisuras en um	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
		12	1	17	2	2	-	1

Probeta: C1

Metal base: Acero inox. 304 (0,8%Si, 2%Mn, 0,04P, 0,03S, 10%Ni, 17/20Cr)

Dimensiones 74x27x4,3 mm

Espesor capa de cromo: 410 um

Dureza decromado: 900/920 (Hv). Dureza metal base: 200/210 (Hv)

Deformación

Carga (Kg)	550		200		750		350	
Ancho de fisuras en um	Max.	Min.	Max.	Min.	Max <sup>1/4</sup>	Min	Max.	Min
		14	1	0.5	-	20	2	5

Probeta: C2

Metal base: idem probeta C1 Dimensiones 74x27x4,3 mm

Espesor capa de cromo: 350 um

Dureza del cromado: 850/870 (Hv)

Dureza metal base: 190/210 um

Deformación

Carga (Kg)	550		300		750		400	
Ancho de fisuras en um	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
		15	1	1	-	30	1	1

TABLAS: I , II y III

Probeta : C3

Metal base: idem anterior. Dimensiones 74x27x4,3 mm

Espesor capa de cromo: 320 um

Dureza de cromado: 870/890 (Hv)

Dureza del metal base: 180/200 (Hv)

Deformación

Carga(Kg)	550		300		750		450	
Ancho de fisura en um	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
		12	1	2	-	17	2	4

Probeta: C4

Metal base: idem anterior. Dimensiones 74x27x4,3 mm

Espesor decapa de cromo: 280 um

Dureza de cromado: 800/820 (Hv)

Dureza metal base: 180/200 (Hv)

Deformación

Carga(Kg)	550		300		750		450	
Ancho de fisura en um	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
		15	1	2	-	16	2	4

Probeta: C5

Metal base: idem anterior. Dimensiones 74x27x4,3 mm

Espesor capa de cromo: 270 um

Dureza de cromado: 850/870 (Hv)

Dureza metal base: 190/210 (Hv)

Deformación

Carga(Kg)	750		600		500		250	
Ancho de fisura en um	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
		30	2	15	1	10	1	1



(a)



(b)

Fig.1 : Micrografia obtenida con microscopio de barrido  
 a) fisuras observadas con 25 aumentos  
 b) fisura observada con 5.500 aumentos



Fig.2: Mapa de fisuras de la probeta A1 reveladas con LP fluorescente (Al)



Fig.3: Mapa de fisuras de la probeta C5 reveladas con LP fluorescente técnica (Al)

- (1).- Evaluación de materiales para ensayo con LP.
- (2).- Principles of Penetrants.- C.E. Betz, Magnaflux Corp. 1969
- (3).- Aeronautical Quality Assurance Directorate.- AQD/NDT 983/3
- (4).- A.G. Sherwin - Mat. Eval. Nov. 1968 (Pag. 227)
- (5).- R.T. Fricker.- Mat. Eval. Sep. 1972 (Pag. 200)
- (6).- D.E. Nurse, R.N. Burns.- Report AQD/NDT 002 002 (1977)