



VI° SEMINARIO NACIONAL Y II° LATINOAMERICANO  
DE ANÁLISIS POR TÉCNICAS DE RAYOS X

Comité Nacional de Espectroscopia de Rayos X  
Noviembre - 1987

Bahía Blanca - Buenos Aires - Argentina

DETERMINACION DE CERIO EN FERROSILICIO POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X DISPERSIVO EN ENERGÍAS

Ema R. Marbec

INTI - CC 157 - 1650 San Martín - Pcia de Buenos Aires

Se determinó Cerio en muestras de Ferrosilicio utilizando la técnica de Fluorescencia de Rayos X dispersivo en energías con un blanco secundario de Gadolinio.

Los métodos utilizados fueron: comparación y regresión lineal con materiales de referencia de concentración de Cerio entre 0,4 y 1,0 %.

Las muestras se prepararon en forma de pastillas y los resultados analíticos se informan como promedio de cinco determinaciones con un intervalo de confianza al nivel del 95 %.

INTRODUCCION

El ferrosilicio-cerio es utilizado en la industria como agente nodulizante para la obtención de fundición gris. La composición química aproximada de este material es 45 % de Hierro, 45 % de silicio y el resto Magnesio, Calcio y Cerio. El Cerio en general se encuentra en estas aleaciones en una proporción de 0,4 a 2 %.

La determinación de este elemento por métodos de vía húmeda en este tipo de materiales implica generalmente un tiempo considerable, ya que estos métodos requieren una difícil puesta en solución y técnicas separativas previas a la determinación en sí. En consecuencia, éstos se tornan inaplicables en casos de urgencia de resultados y además, elevan considerablemente los costos de análisis. Por esta razón, hemos encarado la determinación de este elemento por Fluorescencia de Rayos X. Esta técnica instrumental es un método cuantitativo que permite trabajar con las muestras sólidas directamente, acortando y simplificando el tiempo y los refuerzos empleados en el proceso.

Si bien no es frecuente pero es continuo el requerimiento de la determinación de este elemento en nuestros laboratorios. Para cumplir con estas solicitudes se decidió poner a punto la determinación de Cerio en aleaciones de Ferro-silicio. Para ello, primero se analizan con diversas aleaciones con distintos contenidos de Cerio para ser utilizados como material de referencia en el análisis por Fluorescencia de Rayos X (Della Morte, 1987).

Este trabajo se refiere al desarrollo del método de determinación de Cerio por Fluorescencia de Rayos X.

Equipos y Materiales

Se utilizó un equipo marca Kevex 0700, con generador de baja potencia con sistema de análisis 7000, detector de Si (Li) refrigerado con nitrógeno líquido, computadora 4SI-11 dedicada, con tres sistemas periféricos de salida: terminal de video en colores, teletipo y hard-copy.

Las condiciones de excitación fueron las siguientes: blanco secundario de Gadolinio, tensión 60 Kv, corriente 1,4 mA y tiempo de adquisición 200 S y se trabajó en vacío.

El material de Referencia se molió que pasara malla 100 (149  $\mu$ m). Las pastillas se prepararon con una mezcla de 8 g de material y 0,400 g de un polivinil alcohol denominado comercialmente Mowiol (Hoechst), la mezcla fue homogeneizada a mano hasta uniformidad de color y luego en un molino a discos tipo Shatterbox, Marca Spex modelo N° 8510 durante 3 minutos. Las pastillas se prepararon con una prensa Angstrom aplicando una presión de 276 M.Pa (40.000 lb/in<sup>2</sup>) durante un minuto.

El contenido de Cerio en los materiales de referencia era: 0,37; 0,73 y 1,10 %.

Nota Técnica

Parte experimental

Se prepararon las muestras de la misma manera que el material de referencia.

Los datos se obtuvieron de los espectros de los materiales de referencia y de las muestras en las condiciones descritas en el párrafo anterior. En cada caso se obtuvo la intensidad neta de la línea CeK<sub>α</sub> con un programa preparado para descontar automáticamente el fondo.

Para estimar la homogeneidad en la preparación de las muestras se prepararon tres pastillas de una misma aleación y se obtuvieron cinco espectros de cada una.

En la tabla I se observa las lecturas obtenidas

LECTURAS	PASTILLAS			
	X	4	Z	
1	519,0	504,5	525,3	
2	508,7	528,0	511,4	
3	509,7	509,5	501,2	
4	513,9	518,0	529,5	
5	525,3	528,9	525,8	
				<u>TOTAL</u>
Suma de cuadrados *	1231,98	2058,22	2301,73	5591,63
Cuadrado de las sumas	5291,10	7919,22	8663,88	
Determinaciones	5	5	5	
Cociente	1058,22	1583,8	1732,77	4374,83
Cuadrado de la suma total/15 =				4328,5
SW <sup>2</sup> = 101		12 grados de libertad		
Sb <sup>2</sup> = 23		2 grados de libertad		

\* Se restó un valor constante de 500 a cada dato para facilitar los cálculos.

Tabla I - Estimación de la homogeneidad en la preparación de las muestras.

Las fórmulas generales empleadas son las siguientes:

$$S_w^2 = \text{varianza dentro de los grupos}$$

$$S_w^2 = \frac{E(X_i)^2 - \frac{(EX_i)^2}{n} + E(Y_i)^2 - \frac{(EY_i)^2}{m} + E(Z_i)^2 - \frac{(EZ_i)^2}{p}}{(n-1)(m-1)(p-1)}$$

$$S_b^2 = \text{varianza entre los grupos}$$

$$S_b^2 = \frac{\frac{(EX_i)^2}{n} + \frac{(EY_i)^2}{m} + \frac{(EZ_i)^2}{p} - \frac{(EX_i + EY_i + EZ_i)^2}{n+m+p}}{k-1}$$

donde k = número de grupos

y n, m, p = número de determinaciones en cada grupo.

$F = \frac{S_b^2}{S_w^2}$  Si  $S_b^2$  es menor que  $S_w^2$  no se utiliza F, se concluye directamente que no hay diferencia significativa entre los grupos.

En este caso experimental, por lo tanto, no se aplicó el test F y se puede concluir con certeza que las tres pastillas pertenecen a un sistema homogéneo.

Para obtener los resultados del contenido de Cerio en las aleaciones de ferro-silicio se emplearon dos métodos:

- . Comparación con un material de referencia y
- . Curva de calibración con tres materiales de referencia.

Se construyó una curva de calibración con los patrones secundarios disponibles.

Cerio (g/100g)	Intensidad $Ce_{K\alpha}$ (c/s)
0,37	278,8
0,73	434,5
1,10	683,5

Tabla II

La recta calculada resultante

$$I_{Ce} = 603,09 \% Ce + 17,5$$

en todos los casos las lecturas fueron adquiridas por quintuplicado y promediadas para los cálculos posteriores.

Se evaluó la ordenada al origen mediante la prueba de t

$$S_a = 28 ; t = 0,62 \quad t_{.95} = 12,7$$

Siendo el valor de t mucho menor que el tabulado para un nivel de confianza del 95 %, se puede afirmar que la curva de calibración pasa por el origen.

A su vez se calcularon las mismas muestras tomando el punto de 0,73 % de contenido de Cerio como referencia.

Los resultados de ambos métodos se dan en la tabla III.

MUESTRAS	VH	a	C E R I O (g/100g)	
			FRX	
			0,73 b	0,37 b
A	0,77	0,75	0,77	0,61
B	0,68	0,65	0,68	0,54
C	0,96	0,94	0,98	0,77
D	0,63	0,59	0,61	0,48

V.H. = vía húmeda

a = curva de calibración

b = comparación directa con la referencia de concentración indicada

Tabla III

En la última columna de la tabla se dan los resultados de las muestras calculadas con el patrón de menor contenido de Cerio únicamente a título ilustrativo.

Los resultados obtenidos por ambos métodos de FRX se los comparó con los obtenidos por vía húmeda utilizando la técnica analítica anteriormente citada (Della Morte, 1987).

A los efectos de confirmar la buena concordancia, de los resultados de cada método con respecto a los obtenidos por vía húmeda, se los evaluó por comparación con una recta teórica de pendiente 1 y ordenada al origen cero (Youden, 1961)

<u>METODO</u>	<u>COMPARATIVO</u>	<u>CURVA DE CALIBRACION</u>
<u>Ecuación de la recta</u>	$y = 1.0125x - 0.00763$	$y = 1.1248x - 0.1167$
Sa	0,015	0,042
ta	0,52	2,72
Sb	0,036	0,079
tv	0,35	1,58
t <sub>.95</sub> teórico	4,30	4,30
Coefficiente Correlación	0,9993	0,9999

Tabla IV

### Conclusiones

De estos datos surge que hay una buena concordancia entre los resultados obtenidos por ambos métodos con respecto a los de vía húmeda, técnica que se consideró como referencia en estos casos. Es válido entonces, emplear cualquiera de los dos, teniendo la precaución de utilizar un material de referencia similar al contenido de Cerio esperado, ya que por la comparación con la referencia de 0,37 % de Cerio, la calidad de los resultados es inaceptable.

### Agradecimiento

Se agradece la colaboración del Lic. A.O. Della Morte en las determinaciones por vía húmeda.

### Bibliografía

Della Morte, A.O. "Determinación de Cerio en muestras de ferrosilicio para ser utilizadas como material de referencia en Análisis Instrumental" - XVIII Congreso Argentino de Química, 1987.

Youden, W.J. Statistical methods for Chemists, 29- 32, 40 - 54, 1961.