

NUEVO MÉTODO DE ANÁLISIS PARA LA DETERMINACIÓN DE ÓXIDO DE CROMO III EN CROMITAS REFRACTARIAS

Ing. Mercedes Sosa Martínez
Ing. María Zamora Pérez

Departamento de Química. Instituto Superior Minero Metalúrgico

ONDA A COLOR

La Calculadora del color ONDA, está orientada a las aplicaciones físicas y geológicas.

Aplicación

- Cómputo de las longitudes de onda pureza del color y capacidad de reflejo, conocidas sus coordenadas
- Confección del gráfico internacional del color (pantalla papel)

Facilidades

- Interacción directa con el gráfico (usuarios VSA)
- Cálculo de la longitud de onda del color conocidas sus coordenadas
- Cálculo de la pureza del color
- Cálculo de la capacidad del reflejo

Se puede utilizar para:

- Piedras preciosas y semipreciosas
- Metales
- Líquidos coloreados
- Minerales y rocas
- Y en tantos objetos como matices existen después de analizados con el espectrofotómetro de luz visible

Especificaciones Técnicas

Nombre: ONDA
Versión: 3.0
Sistemas operativos: PC-DOS (MS-DOS) 3.30 o posterior
Sistema de cómputo: IBM PC, XT, AT
Memoria RAM: 512 KB o ms
Monitor: CGA, VGA, EGA (VGA es el óptimo)
Mouse: Compatible Microsoft

Contacte con nosotros

Instituto Superior Minero Metalúrgico (ISMM)
Las Coloradas, Moa
Holguín, Cuba
CP. 83320
© Copyright 1991, 1992. Todos los derechos reservados

RESUMEN:

Se presenta un nuevo método de análisis químico de cromo expresado como Cr_2O_3 que incluye la disolución de las muestras por vía ácida y la posterior determinación del contenido de este elemento por espectrometría de absorción atómica. Se propone su utilización como método de control de la cromita refractaria procedente del yacimiento "Las Merceditas" en sustitución de los métodos tradicionales por disgregación utilizados actualmente.

Tradicionalmente los análisis de cromo, tanto en las cromitas refractarias como en el mineral laterítico, se realizan a través del método de disgregación de las muestras con reactivos fundentes, como son: el Na_2O_2 , Na_2CO_3 , y otros, realizando las determinaciones principalmente por el método volumétrico. Es conocido lo engorrosa que resulta la fusión de las muestras, el gasto de combustible y energía eléctrica que implica la necesidad de contar con los crisoles adecuados para este fin, así como la peligrosidad de esta operación. De ahí que resulte atractivo para los laboratorios, encontrar la metodología más cómoda, rápida y confiable para la determinación de cromo en los diferentes minerales.

Las líneas de trabajo establecidas, con el fin de someter las muestras a investigación, fueron las siguientes:

- Análisis de las posibles mezclas de ácidos a utilizar para la disolución de las muestras, con el objetivo de establecer los volúmenes o relaciones óptimas.
- Determinación de la granulometría óptima para la mejor disolución de las muestras.
- Establecimiento de las condiciones de trabajo, ajuste de los parámetros instrumentales y eliminación de las posibles interferencias.

Parte experimental

A partir del análisis realizado sobre las propiedades químicas y mineralógicas de la cromita refractaria, se escogieron dos mezclas de ácidos para la disolución de las muestras, las que denominaremos en lo adelante mezcla 1 y mezcla 2.

ABSTRACT:

Developed is a new method of chemical analysis for chrome, cited like Cr_2O_3 , that includes the dissolution of the sample by the acid way and the later determination of the content of this element by the spectrometry method of atomic absorption, its using is proposed like method of chromite from Las Merceditas deposit in substitution of the actual ones.

Las muestras se sometieron al proceso de disolución en la plancha con ambas mezclas, obteniéndose experimentalmente la disolución total con la mezcla 2. Posteriormente, se determinaron los volúmenes óptimos a añadir de cada ácido, utilizando para ello una muestra patrón (muestra 4) con un 32,85 % de Cr_2O_3 . Los resultados de estos análisis, así como los volúmenes de ácidos escogidos, aparecen en la Tabla 1.

TABLA 1. Contenido de Cr_2O_3 para diferentes volúmenes de ácidos de la mezcla 2 (muestra 4)

Mezcla de ácidos 2	V (mL) de ácido A	V (mL) de ácido B	% Cr_2O_3
1	5	5	30,3
2	5	6	31,7
3	5	7	32,85
4	10	12	32,85

Del análisis de la variación de los contenidos de Cr_2O_3 con relación a los volúmenes de ácidos tomados para disolver la muestra patrón, se obtuvo que los volúmenes óptimos eran 5 mL de ácido A y 7 mL de ácido B (ver Figura 1).

Análisis granulométrico

Se tomaron varias muestras de cromita refractaria con granulometría entre (-0,149) y (-0,074)mm, y se realizaron pruebas de disolución con la mezcla de ácidos escogida (Figura 2), resultando la fracción (-0,074)mm la adecuada para el análisis, por ser la que mejor se disuelve.

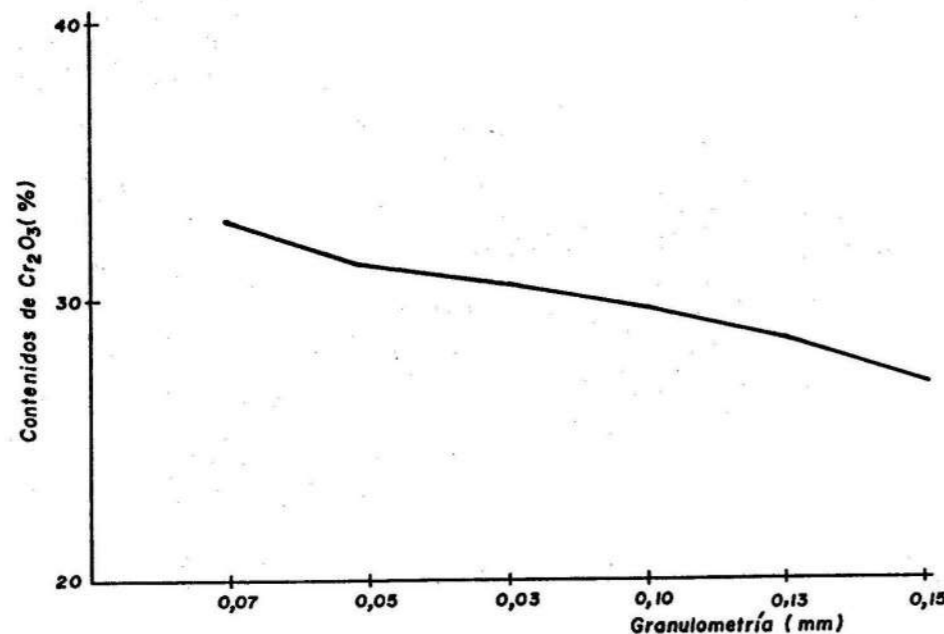


FIGURA 1. Influencia de la granulometría en el contenido de Cr₂O₃ disuelto.

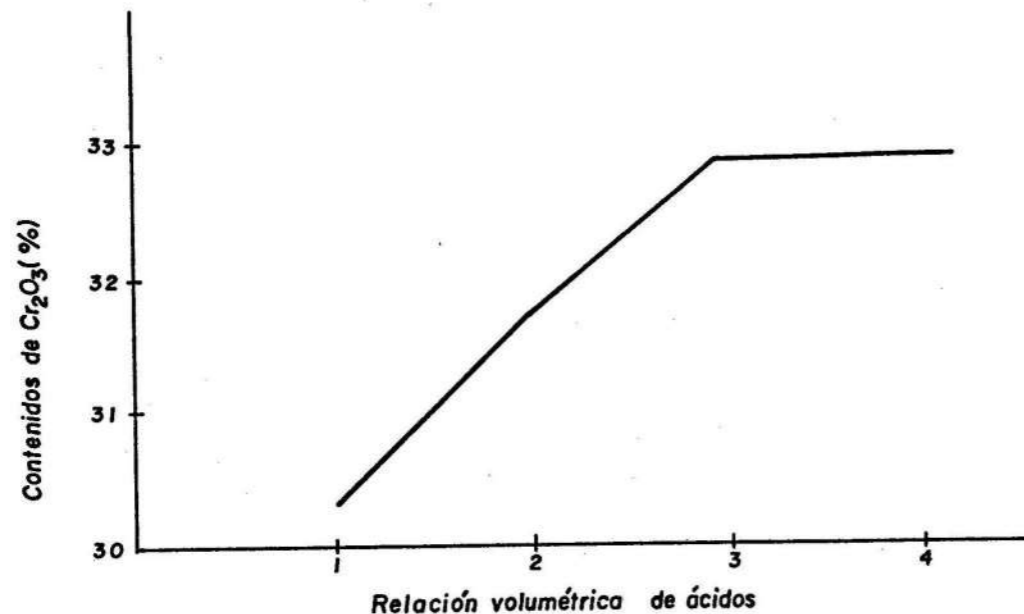


FIGURA 2. Dependencia del contenido de Cr₂O₃ con la relación volumétrica de los ácidos.

Metodología del trabajo

Se pesan 0,2 g de la muestra, se transfieren a un beaker de 400 mL y se añaden 5 mL de ácido A y 7 mL de ácido B. El recipiente se monta en la plancha a temperatura de 350-380 °C hasta alcanzar la disolución total de la muestra pero sin que lleguen a formarse sales. Luego se retira de la plancha y se deja reposar 5 min,

se redisuelve con H₂O destilada, se filtra la disolución en un volumétrico de 250 mL y se enrasa.

De la disolución enrasada, se toma una alícuota de 20 mL y se enrasa en un volumétrico de 100 mL, previa adición de 20 mL de HCl. A esta disolución se le realiza la lectura en el espectrofotómetro de absorción atómica, observando los parámetros instrumentales de la Tabla 2. El juego de estándares se

prepara a partir del espectrosol de cromo de 1 000 ppm en volumétricos de 250 mL, tomando las alícuotas correspondientes para obtener concentraciones de 10, 20, 30, 40 y 50 mg/L. A cada estándar se añaden 20 mL de HCl. Los valores de concentración de cromo (en %) aparecen en la Tabla 3.

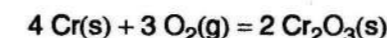
TABLA 2. Parámetros instrumentales ajustados experimentalmente para la determinación del contenido de Cr en las muestras estudiadas

Parámetros instrumentales	
Corriente de lámpara	10 mA
Longitud de onda	357,9 nm
Paso de banda	0,2
Ángulo del quemador	0°
Flujo de aire	5 L/min
Flujo de acetileno	25 L/min

TABLA 3. Contenidos de Cr₂O₃ calculados estequiométricamente a partir de los resultados experimentales

Muest.	% Cr	m Cr (g)	m O ₂ (g)	m Cr ₂ O ₃ (g)	% Cr ₂ O ₃	Promed. (% Cr ₂ O ₃)
1	19,90	0,0398	0,0184	0,0582	29,18	29,19
	20,00	0,0400	0,0184	0,0582	29,20	
2	21,08	0,0440	0,0202	0,0642	32,10	32,13
	21,90	0,0440	0,0203	0,0643	32,15	
3	22,20	0,0440	0,0213	0,0653	32,65	32,65
	22,00	0,0440	0,0213	0,0653	32,65	
4	22,40	0,0450	0,0207	0,0657	32,85	32,85
	22,40	0,0450	0,0207	0,0657	32,85	
5	21,50	0,0430	0,0200	0,0628	31,42	31,42
	21,40	0,0430	0,0200	0,0628	31,42	
6	22,60	0,0452	0,0200	0,0652	32,80	32,80
	22,80	0,0452	0,0200	0,0652	32,80	

El porcentaje de Cr₂O₃ se determina estequiométricamente a partir de la siguiente reacción:



La relación de transformación que se obtiene es la siguiente:

$$r [n(\text{Cr}_2\text{O}_3) / n(\text{Cr})]$$

donde:

r : relación de transformación;
 n : cantidad de sustancia.

$$m(\text{Cr}_2\text{O}_3) = \frac{m(\text{Cr}) \cdot M(\text{Cr}_2\text{O}_3)}{2 M(\text{Cr})}$$

donde:

m : masa de sustancia;
 M : masa molar de la sustancia.

Entonces:

$$\% \text{Cr}_2\text{O}_3 = \frac{m(\text{Cr}_2\text{O}_3)}{m(\text{muestra})} \cdot 100$$

Análisis estadístico

Análisis de varianza de clasificación simple

Utilizando el programa Microstat se compararon los contenidos de Cr₂O₃ (en %), obtenidos por el método propuesto y otros dos métodos de análisis ya establecidos (ver Tabla 4). Se realizó el análisis de varianza de clasificación simple, ya que se deseaba conocer si existían diferencias significativas entre los resultados. La prueba se basa en el Criterio de Fisher, que no es más que la comparación entre las variaciones dentro y entre los grupos, además, la misma se realizó para un nivel de significación de 5 %.

$$F = \frac{S^2_e}{S^2_d}$$

F tabulada = 3,68;

F calculada = 0,024.

Como F tabulada > F calculada no hay diferencias significativas entre los resultados obtenidos.

Análisis de los resultados

Se pudo comprobar que para granulometrías mayores de (-0,149) mm no se disuelve todo el cromo contenido en las muestras, obteniéndose que el tamaño de partícula más adecuado es (-0,074) mm, para el cual se produjo la mejor disolución del óxido de cromo III (ver Figura 1).

Al determinar los volúmenes de ácido A y ácido B óptimos se comprobó que con 5 y 7 mL, respectivamente, se obtienen los mejores resultados en la disolución del mineral (ver Figura 2).

Las muestras se analizaron por dos métodos volumétricos y los resultados fueron comparados con los obtenidos por el método propuesto obteniéndose resultados similares, lo que demuestra la exactitud y confiabilidad de este último (ver Tabla 4).

TABLA 4. Análisis comparativo de los resultados obtenidos por los diferentes métodos de análisis

1. Método volumétrico (disolución por disgregación)
2. Método volumétrico (disolución ácida)
3. Método instrumental (disolución ácida)

Muestras	Métodos		
	1	2	3
	% Cr ₂ O ₃	% Cr ₂ O ₃	% Cr ₂ O ₃
1	29,70	29,20	29,19
2	32,35	32,00	32,13
3	32,23	32,42	32,65
4	32,73	32,82	32,85
5	31,09	31,06	31,42
6	32,33	32,28	32,60

El análisis estadístico realizado con el programa Microstat demuestra que no existen diferencias significativas entre los resultados obtenidos por los tres

métodos de análisis, con una probabilidad de 97,18 % (ver Tabla 5).

TABLA 5. Resultados estadísticos según programa microstat para las medias en los tres métodos de análisis

Grupo (método)	Media
1	31,738
2	31,63
3	31,807
Media total	31,725

CONCLUSIONES

El método de análisis propuesto para la determinación de cromo en cromitas refractarias, resulta confiable, efectivo, simple y exacto; disminuye la peligrosidad en las operaciones; no requiere del uso de crisoles de hierro, y consume menor cantidad de reactivos, combustible y energía eléctrica.

BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO DEL MONTE, E.: "Determinación cuantitativa de cromo en mineral laterítico", *La Minería en Cuba*, 2 (3) :21-26, 1976.

- DELAHAY, P.: *Análisis instrumental*, Instituto Cubano del Libro, C. Habana, 1992.
- DICCIONARIO QUÍMICO. Tomo II, Editorial Universitaria, La Habana, 1986.
- EDWARD, H. y W. FRED: *Mineralogía*, Instituto Cubano del Libro, C. Habana, 1970.
- HOEL, P.: *Estadística elemental*, Editorial Pueblo y Educación, 400 p., C. Habana, 1979.
- LEE, K. and D. LEE: "Selective separation of metal ions by a chelating", *Analytical Chemistry*, L (2) :255-258, 1978.
- MILNER, A. and J. WRITESIDE: *Introduction of atomic absorption spectrophotometry*, Instituto Cubano del Libro, C. Habana, 1989.
- ROSALES, E. y R. GUZMÁN: "Estudio de interferencia por absorción atómica del níquel, cobalto, cromo y manganeso en los minerales cubanos", *Revista Cubana de Química*, 3 (2), 1992.
- SÁNCHEZ, C. y M. DURÁN: *Manual de operaciones de la nueva planta de beneficio de cromo*, EGMO, 1986.
- SÁNCHEZ, M.: "Determinación de cromo y manganeso en aguas mediante espectrofotometría de A.A.", *Revista Cubana de Química*, 4 (1) :48-53, 1988.
- SANTANA, O.: "Explotación de yacimientos de cromo refractario en la República de Cuba", *Revista Tecnológica*, 15 (1) :47-51, 1985.
- SEMINOV, V.: "Yacimientos cromíticos de Cuba", *Revista Tecnológica*, 6 (3) y (4) :33-51, 1988.

FACULTAD DE MECÁNICA

El objetivo del trabajo de la carrera Ingeniería Mecánica lo constituyen las máquinas, equipos e instalaciones industriales presentes en las diferentes esferas de actuación del profesional con énfasis, por las condiciones particulares del territorio, en la industria minero-metalúrgica, la que de manera general puede estar vinculada a procesos industriales, procesos de producción de piezas y máquinas, procesos de utilización y transformación de la energía térmica y máquinas automotrices.

Las líneas fundamentales de investigación de la facultad están relacionadas con el proceso de soldadura y conformación de metales con el uso de explosivos; el desarrollo de nuevos materiales y el mantenimiento de equipos e instalaciones industriales.

El posgrado está estrechamente vinculado con el desarrollo de las líneas de investigación fundamentales de la facultad: la fabricación y recuperación de equipos y piezas para la industria (fabricación de recipientes a presión y de instrumentos de corte) y la formación académica en la maestría Electromecánica.

El claustro está formado por 14 profesores con categoría de auxiliares, asistentes e instructores.

EMULADOR DE TIEMPO REAL PARA SISTEMAS DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE PROCESOS

Dr. Rafael Trujillo Codorniu

Departamento de Matemáticas. Instituto Superior Minero Metalúrgico

RESUMEN:

Se describen las principales características del emulador multitarea de tiempo real para DOS en modo protegido, KEROS, desarrollado por el autor y que ha servido de base para sistemas de supervisión en la industria del níquel y en algunos centrales azucareros de Cuba.

Los sistemas computarizados de supervisión y control de procesos, son sistemas en los cuales una o varias computadoras monitorean los parámetros y variables de un proceso dado, y ejercen determinadas acciones de control que oscilan desde la simple información y advertencia al operador, hasta el accionamiento a distancia.

La necesidad de incrementar la eficiencia y la competitividad de la industria cubana ha motivado, entre otros factores, el creciente interés hacia tales sistemas en nuestro país.

Específicamente en la Unión del Níquel, bajo la dirección del grupo EROS (grupo de desarrollo de SADPT de la empresa "René Ramos Latour" dirigido técnicamente por los ingenieros Iván Rodríguez y Carmen Mulet), se han desarrollado trabajos en este sentido. El sistema EROS v.1.0 desarrollado por este grupo ha sido aplicado en varias plantas de las empresas niquelíferas "Ernesto Che Guevara" de Moa y "René Ramos Latour" de Nicaro, y experimentalmente se prueba en algunos centrales azucareros.

Una de las principales características que distinguen a estos sistemas es que interactúan no sólo con el hombre, sino además, con una serie de dispositivos que están conectados en línea; también los mismos funcionan bajo estrictas limitaciones de tiempo. Aquí, a diferencia de otros sistemas, la computadora no puede "escoger" el ritmo de trabajo. Ella está obligada a reaccionar a tiempo ante los variados cambios que pueden ocurrir en el objeto de control. El ciclo de captación de la información, análisis de la misma y el pronóstico de la evolución futura del proceso, deben ser "suficientemente" rápidos como para permitir la retroalimentación. Por supuesto que el término "suficiente" depende del proceso en cuestión, aunque como regla el tiempo de respuesta de un sistema de este tipo debe estar en el orden de los segundos o fracciones de segundos. Es por esta limitación en el tiempo que se dice, que estos sistemas operan en tiempo real. La complejidad de los sistemas de control de procesos varía desde sistemas pequeños, basados en microprocesadores, hasta verdaderos gigantes como los sistemas de seguridad de plantas nucleares y de naves espaciales (ver, a tales efectos, Spector-Alfred, 1984, donde se discuten algu-

ABSTRACT:

An explanation of the KEROS real time multitasking emulator for DOS Protected Mode, which has been used as a key part of supervision systems on sugar and nickel industries in Cuba and its principal features are described in this paper.

nas facetas del sistema de control de los transbordadores espaciales norteamericanos).

Cuando el sistema es pequeño, puede organizarse el programa de manera tal que la captación de las mediciones, su procesamiento, el control y la atención al operador se efectúen de forma secuencial. Si el sistema es complejo o la captación de los datos es asincrónica, la organización secuencial puede hacer muy lenta la respuesta ante eventos de importancia y, generalmente, se estructura el programa como un conjunto de tareas que se ejecutan de forma concurrente de acuerdo con una prioridad dada. Esto implica que para el diseño de los Sistemas de Supervisión y Control se necesita generalmente un sistema operativo multitarea en tiempo real.

Desafortunadamente los entornos más difundidos en nuestro país, el Sistema Operativo DOS y el Windows 3.1, no son sistemas en tiempo real. El DOS no está diseñado para multitarea y el Windows 3.1 utiliza un mecanismo conocido como multitarea cooperativa que en ningún modo puede considerarse adecuado para el tiempo real (ver Zamora-Matamoros, 1995, donde se hace una excelente discusión de las diferentes versiones de Windows bajo la óptica del tiempo real). Sólo en las más recientes versiones del Windows; el Windows NT y el Windows 95, se implementa la multitarea no cooperativa y la posibilidad de asignar prioridades a las tareas. Sin embargo, la documentación de estos temas no está muy difundida en nuestro país, y la mayoría de los lenguajes de alto nivel no soportan interfaces hacia estas nuevas herramientas, lo que hace muy difícil su uso en el diseño de Sistemas de Supervisión y Control. Además, la adquisición de sistemas operativos profesionales adecuados al tiempo real, como por ejemplo el DOS Concurrente de la Digital Research, tiene como aspecto negativo la aparición de múltiples incompatibilidades con los sistemas de desarrollo más difundidos (C++, Borland Pascal, etc.). A fin de cuentas el "sueño" de un programador de Sistemas de Supervisión es poder usar el lenguaje de programación y los depuradores a los cuales está habituado.

Estas consideraciones motivaron la aparición de Sistemas en tiempo real "sobre" el DOS. Es decir, sistemas que tomaban del DOS el manejo de archivos y otros elementos, adicionándole primitivas para el con-