

## Estudio de la microdureza de alumbres de la serie $\text{CrK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O} - \text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$

por D. MOREIRAS BLANCO y J. SOLANS HUGUET \*

### RESUMEN

En el presente trabajo se mide la microdureza de cristales pertenecientes a la serie isomorfa Alumbre crómico potásico, Alumbre aluminico potásico Las cargas empleadas son 5, 10 y 20 pondios; para esta última carga se obtienen durezas Vickers entre 64 y 70 kg/mm<sup>2</sup>. Se calculan las constantes de la Ley de Kick.

### SUMMARY

In this work the micro-hardness on crystals of the isomorfic series  $\text{CrK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O} - \text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$  is measured. The loads employed are 5, 10 and 20 p.; for the last load Vickers hardness from 64 to 70 kg/mm<sup>2</sup> are obtained. The constants of Kick's law are calculated.

Sobre cristales de alumbres obtenidos por evaporación de disoluciones de composición conocida, se han realizado medidas con el fin de determinar los valores de microdureza de estas sustancias, las condiciones óptimas para su medida y saber si esta técnica tiene valor determinativo de la composición del cristal.

TABLA I

N.º	Cr %	Al %	5 p.		10 p.		20 p.	
			$\bar{d}$	$\pm s$	$\bar{d}$	$\pm s$	$\bar{d}$	$\pm s$
1	100,0	—	10,46	0,40	15,93	0,33	24,00	0,58
2	80,0	20,0	11,66	0,43	15,79	0,53	23,78	0,54
3	70,0	30,0	11,04	0,35	16,66	0,58	23,83	0,49
4	60,0	40,0	11,06	0,27	16,48	0,44	23,07	0,57
5	50,0	50,0	10,01	0,33	15,89	0,44	23,60	0,37
6	30,0	70,0	14,04	0,66	18,60	0,58	23,04	0,57
7	20,0	80,0	11,47	0,35	16,52	0,76	23,41	0,36
8	10,0	90,0	10,91	0,39	15,71	0,50	23,87	0,48
9	5,0	95,0	10,87	0,27	16,43	0,27	23,60	0,40
10	—	100,0	10,68	0,27	16,03	0,40	23,35	0,45

Los valores de  $\bar{d}$ , en micras

Se ha manejado un microdurómetro Vickers acoplado a un microscopio de reflexión M-12a de la casa Vickers. Las medidas se han tomado sobre caras de octaedro (111).

Sobre cada una de las diez muestras de la serie se han medido 36 diagonales de las huellas producidas con cada carga de 5, 10 y 20 pondios. Hallados los valores medios de las diagonales y calculada su dispersión (tabla 1), se establecieron los valores de dureza Vickers (tabla 2).

TABLA II

N.º	5 p.		10 p.		20 p.				
	VHN	variabilidad	VHN	variabilidad	VHN	variabilidad			
1	85,2	78,6	91,7	74,3	70,0	76,2	64,4	61,2	67,7
2	68,3	63,6	73,6	74,4	69,5	79,6	65,6	62,8	68,7
3	76,0	73,0	81,1	66,9	62,5	71,7	65,2	62,7	68,0
4	75,8	72,3	79,7	68,3	64,8	72,2	69,6	66,4	73,2
5	92,4	86,6	99,1	73,4	69,5	77,5	66,6	64,5	68,8
6	47,0	42,8	51,8	53,6	50,4	57,0	69,8	66,6	73,4
7	70,5	66,6	75,0	68,0	62,1	74,8	67,7	64,3	69,7
8	77,9	72,7	83,7	75,2	70,6	80,0	65,0	62,6	67,8
9	78,5	74,8	82,5	68,6	65,5	72,3	66,7	64,4	69,0
10	81,0	77,1	85,5	72,2	68,7	75,9	67,9	65,4	70,7

Estos valores de dureza se mantienen en un pequeño campo de variación, sobre todo los obtenidos con cargas de 10 y 20 p.; la variación con 5 p. de carga es mayor ya que el margen de error en las medidas aumenta al ser menores las huellas. Se aprecia una tendencia hacia valores más altos de dureza con cargas menores.

Estos datos han sido tomados sobre la superficie pulida de los cristales; el pulido se llevó a cabo empleando abrasivos de tamaño cada vez menor hasta llegar a pasta de diamante de 1 micra. Se ha observado, sin embargo, que también se pueden efectuar medidas sobre la superficie del cristal sin necesidad

\* Departamento de Cristalografía y Mineralogía. Universidad de Oviedo.

de una preparación previa, buscando un área suficientemente extensa de una cara de un cristal exento de imperfecciones notorias, con lo que se evita el trabajo del pulido sin variación de los valores obtenidos.

Calculando estadísticamente los valores de las constantes  $n$  y  $k$  de la ley de Kick,  $P = k d^n$ , siendo  $P$  la carga en pondios y  $d$  la diagonal de la huella en micras (tabla 3), se expresa la tendencia hacia valores superiores de dureza con cargas menores:  $VHN = \text{Cte. } P^a$ ;  $-0,25 < a < -0,03$ . Los valores de la deformación unitaria,  $k$ , se mantienen muy por debajo de la unidad.

TABLA III

N.º	$k$	$n$
1	0,103	1,65
2	0,046	1,93
3	0,068	1,78
4	0,068	1,76
5	0,122	1,61
6	0,063	1,74
7	0,045	1,93
8	0,077	1,75
9	0,071	1,78
10	0,076	1,76

La microdureza de los alumbres tiene valores bajos; esto es explicable considerando:

- que los enlaces existentes en estos cristales, debido a la existencia de moléculas de agua, son débiles, del tipo puente de hidrógeno.
- la cara de octaedro corta a tres planos (111) de máxima densidad, cada uno de los cuales contiene tres dislocaciones totales de vectores de Burgers distintos todos ellos, con notación

general  $1/2 [110]$ ; la energía de las dislocaciones es pequeña por lo elevado de su factor de Schmidt 0,27, y por la pequeña energía de enlace.

Se explica también por esto, la disminución de la microdureza al aumentar la carga, ya que pueden producirse dislocaciones en mayor número y más fácilmente se vencen las barreras energéticas a su movimiento, no olvidando que la presión se ejerce perpendicularmente a la cara (111).

Por la uniformidad de los valores obtenidos, se considera que las cargas óptimas para la medida de microdureza en los alumbres sobre las caras de octaedro son 10 y 20 pondios. No se recomienda el empleo de una carga de 5 p. por dificultades de medida, ni de 50 p. por ser una carga excesiva que produce fracturas y destrucción de la superficie del cristal en la zona estudiada.

Por la no variación de los valores hallados con la composición, esta técnica no tiene carácter determinativo de la composición de los cristales de alumbre sobre los que se ensaya.

#### BIBLIOGRAFÍA

- BOWIE, S H. U. & CAYE, R. (1969): Mesures de dureté par le methode microscopique. *Ière Ecole d'été des Pays Latins sur mesures en Optique de Réflexion*. Barcelona (1969).
- POMES RUIZ, R. & SOLANS HUGUET, J. (1972): Determinación de la dureza Vickers y de las constantes de la Ley de Kick en fluoritas asturianas. *Breviora Geol. Astúrica*. Año XVI, n.º 1, Oviedo.
- SOLANS HUGUET, J., LÓPEZ SOLER, A., BOSCH FIGUEROA, J. M. & FONT ALTABA, M. (1969): Cristalografía y microdureza de los cloruros de bario y plomo impurificados por cationes divalentes. *Anales de Química*, LXV, número 7-8, 659.
- UYTENBOGAARDT, W. (1967): On micro-indentation hardness testing. *2nd Sommer-school on Reflexion Optics*. Bensheim.