

CARACTERIZACIÓN SELECTIVA DE PARTÍCULAS DE ARENAS DE ARCILLAS CAOLINÍICAS

Felipe Legorreta García, Leticia E. Hernández Cruz, Alberto Arenas Flores, Edgar Cardoso Legorreta, Félix Sánchez de Jesús y Ana Ma. Bolarín Miró

Área Académica de Ciencias de la Tierra y Materiales, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México

RESUMEN

Se estudian las diferentes especies químicas y mineralógicas, presentes en partículas de arenas de arcillas caoliníticas, superiores a 1.4 mm, producto del procesamiento y purificación de caolín a nivel laboratorio. Las arenas fueron clasificadas por diferentes coloraciones para su caracterización por separado, utilizando las técnicas de difracción de rayos X, microscopía electrónica de Barrido. Se analizó su composición química por medio de barrido de dispersión de electrones acoplado al microscopio electrónico de barrido. Los análisis demuestran coincidentemente que la mayor parte de las arenas contienen mayoritariamente sílice; otra de las fases presentes es la caolinita. Se determina además que la coloración está relacionada con el contenido de Fe. Se proponen alternativas para su empleo a nivel industrial.

Palabras clave: Arenas, procesamiento, caolín, arcillas.

ABSTRACT

Different mineralogical and chemical species, sand particles kaolin clay above 1.4 mm, product processing and purification of kaolin at laboratory level were studied. The sands were classified by different colors separately for characterization, using the techniques of X-ray diffraction, Scanning electron microscopy and analyzer powders by energy dispersive spectroscopy X-ray (SEM EDS) for a semi-quantitative chemical analysis. Its chemical composition was analyzed by scanning means coupled to scatter SEM electrons. Analyzes show that most coincidentally sands contain mostly silica; another of the phases present is kaolinite. It is further determined that the coloration is related to the Fe content of alternatives for use on an industrial level are suggested.

Keywords: Arenas, processing, kaolin, clays.

INTRODUCCIÓN

El estado de Hidalgo ha sido reconocido por ser uno de los más importantes productores de plata, sin embargo tiene grandes potenciales de caolín [1-3]. Éste mineral llamado no metálico, es cada vez más utilizado debido a que forma parte de la materia prima para elaborar un sinnúmero de productos, que van desde los cosméticos hasta el papel. La calidad del caolín esta principalmente determinada por la blancura, la calidad y el tamaño. Entre más fino se presente el valor incrementa considerablemente. Para lograrlo se requiere de un procesamiento de reducción de tamaño y de clasificación. Durante la clasificación, de tamaños se presentan rechazos de los materiales producto de cribas vibratorias o del material grueso de los hidrociclones. Las partículas provenientes del procesamiento de caolín poseen una variedad de tonalidades predominando el color blanco, no obstante se observan partículas transparentes, pasando por el morado y terminando con el gris oscuro. Dentro de los trabajos referentes a las arenas de caolín, se han realizado algunos estudios para evaluar la separación de minerales con tenidos en las arenas [4,8] por medio de una mesa de sacudidas, a fin de obtener concentrados de minerales de Fe, sin embargo, los resultados obtenidos no son significativos. Otros trabajos referentes al estudio de las arenas producto del procesamiento del caolín, se enfocan para su uso como materia prima para la elaboración de cerámica de vidrio [8], estudios para determinar su carácter puzolánico y para medir la conductividad hidráulica no saturada. En este trabajo se realizará una caracterización de arenas de caolín por diferentes colores.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El material fue proporcionado por la empresa Molinos y Moliendas de Pachuca, material sin ningún proceso, es decir tal y como llega de la mina. La preparación mecánica ya fue descrita anteriormente por Legorreta et al. [9-11]. Con el objetivo de desintegrar los terrones de material arcilloso, la preparación mecánica de la arcilla inició con reducción de tamaños, mediante una quebradora de quijadas y una trituradora de rodillos, para posteriormente colocar el mineral triturado en una celda de atrición adicionando agua corriente, a fin de formar una solución al 45 % de sólidos. La pulpa se agitó a 300 rpm durante 15 minutos; se utilizó el aditamento de atrición (con un eje de doble aspa) para mezclar la pulpa. La pulpa se cribó lentamente sobre la malla No.60 de la serie Tyler con ayuda de agua corriente, obteniendo dos productos; el primero de ellos, con tamaño de partícula superior a 250 μm y el segundo, con diámetro nominal de partícula inferior a 250 μm . Las arenas del primer producto son el material en estudio en este trabajo. Las arenas fueron separadas por diferentes colores con ayuda de unas pinzas quirúrgicas. Cada conjunto de partículas, se pulverizaron en un mortero de ágata. Se empleó un microscopio electrónico de barrido (MEB) marca JEOL JSM-6300 para caracterizar la morfología de los polvos y un analizador de espectroscopía por dispersión de energía de rayos X

(MEB-EDS) para realizar un análisis químico semicuantitativo. Además los polvos fueron caracterizados por difracción de rayos X (DRX).

RESULTADOS Y DISCUSSION

Las muestras clasificadas por colores, antes y después de ser molidas son mostradas en la figura 1. Se observa claramente la diferencia de color y la morfología de la partícula. La muestra 5 presenta una fractura angular, lo que se puede corroborar con la dificultad que se tuvo al molerla en el mortero de ágata. Nótese además que una sola partícula puede poseer más de un color como es el caso de las partículas 3 y 4.



Figura 1 Muestras de arenas de caolín clasificadas por colores, antes y después de ser molidas.

El análisis químico por espectroscopía por dispersión de energía de rayos X (EDS) es mostrado en la tabla 1. Los contenidos de óxidos de sodio son relativamente bajos, incrementando de manera importante para la muestra 5. Con respecto a los contenidos de óxido de manganeso son solo trazas. No obstante para los compuestos K_2O y CaO , son detectados en las muestras 1 y 5, este dato indica que estos compuestos pueden estar presente en las partículas, sin afectar el color de las mismas. Un dato interesante son los contenidos de óxidos de titanio los cuales no se detectan para la muestra 1 y 5, sin embargo en la muestra 3, presentando un color ocre, se encuentra en una mayor proporción. Los resultados arrojados para los óxidos de hierro, son los que son bastante significativos, ocupando la mayor proporción en las muestras 3 y 4, que son aquellas con colores muy cercanos al café, no obstante para los colores cercanos al blanco y al negro, la cantidad de estos compuestos sigue presente, aunque disminuye. Coincidentemente todas las muestras poseen bajos contenidos de alúmina. Por otro lado, la muestras 1, 2 y 5 son las que más contenidos de óxidos de silicio presentan. Se observa además, para todas las muestras la ausencia de azufre.

Tabla I. Análisis químico por espectroscopía por dispersión de energía de rayos X (EDS-MEB).

MUESTRA	1	2	3	4	5
FORMULA	PORCENTAJE EN MASA				
Na ₂ O	0.07	0.22	0.08	0.14	1.52
MgO	0	0	0.03	0	0.05
K ₂ O	6.83	7	0.08	0.2	5.23
CaO	1.56	0.48	0.04	0.12	2.78
TiO ₂	0	0.04	1.05	0.24	0
Fe ₂ O ₃	9.8	2.19	80.86	79.11	14.84
Al ₂ O ₃	8.36	7.46	5.83	6.31	9.05
SiO ₂	73.38	82.6	12.01	13.88	66.53
S	0	0	0	0	0

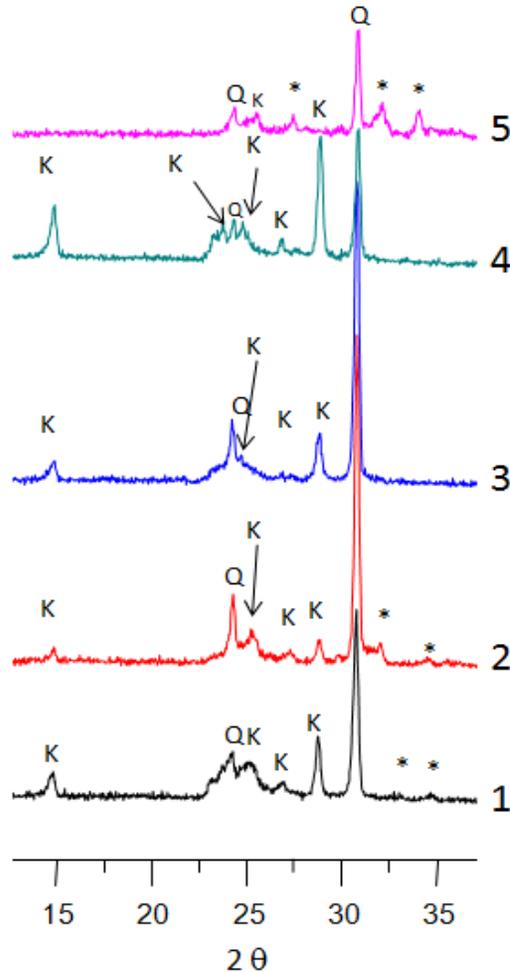


Figura 2. Estudio cristalográfico de cada una de las muestras K= caolinita, Q=cuarzo, * son K₂O y CaO.

El estudio cristalográfico por DRX se presenta en la figura 1. De las muestras 1 a la 4 se observa la señal de difracción de la caolinita, sin embargo no es así para las arenas más oscuras, (muestra 5). Estos resultados son acordes con los análisis químicos cuyo relación de contenidos alúmina / sílice es superior a 7. Este resultado pone en evidencia que la sílice puede estar sin combinarse con la alúmina, sin embargo otro tipo de aluminosilicatos pueden estar presentes, debido a la presencia de la alúmina. Las señales indican en todos los casos la presencia de la sílice, cuya señal es más significativa para la muestra 2 resultados que están totalmente de acuerdo con los análisis químicos presentados para la muestra referida, la cual contiene además bajos contenidos de alúmina y por lo tanto bajos contenidos de caolinita. Finalmente se observan dos picos que son denotados por asteriscos (*). Estos se atribuyen a silicoaluminatos de calcio y potasio, compuestos pertenecientes a la familia de los filosilicatos. La presencia de óxidos de Fe no fue obvia, sin embargo si fueron detectados en el análisis químico, sin embargo las señales de estos óxidos podrían estar ocultas en los picos de los cristales mayoritarios. El uso de estas arenas solo se pudiera lograr mezclando con otros precursores tales como la alúmina, calcia o magnesia para la industria de la cerámica.

CONCLUSIONES

Se estudiaron diferentes coloraciones de arenas del proceso de purificación de caolín. Se logra encontrar una relación con el color y los óxidos de Fe. La presencia de estas arenas no es propia para reprocesarla. El color de las arenas es un indicativo importante que nos permite identificar las impurezas presenten en el caolín. La impureza que mayormente predomina es el cuarzo, el cual está presente en contenidos superiores al 70% en la muestra cuya pigmentación es muy clara. Los óxidos de Fe están presentes pero no son detectados por DRX, probablemente debido a que los picos podrían estar ocultos dentro de los picos de los cristales mayoritarios. El azufre, una impureza importante del caolín, no es desechado en las arenas del caolín. El uso de estas arenas solo se pudiera lograr mezclando con otros precursores tales como la alúmina, calcia o magnesia para la industria de la cerámica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. E. García, .Inventario físico de los recursos minerales de Agua Blanca, Hidalgo., FIFOMI, (2004) pp.4-5.
2. Dirección General de Minería (2007), Perfiles de Mercado del Caolín, coordinación General de Promoción Minera de México, pp.7_12
3. S. E. Coordinación General de Minería.(2010), Anuario Estadístico de la Minería Mexicana Ampliada 2009. Coordinación General de Minería No. 39, ISBN 970_9897_14_4, México.

4. Toya, T., Kameshima, Y., Yasumori, A., & Okada, K. (2004). Preparation and properties of glass-ceramics from wastes (Kira) of silica sand and kaolin clay refining. *Journal of the European Ceramic Society*, 24(8), 2367-2372.
5. Chiu, T. F., & Shackelford, C. D. (1998). Unsaturated hydraulic conductivity of compacted sand-kaolin mixtures. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 124(2), 160-170.
6. Chiu, T. F., & Shackelford, C. D. (2000). Laboratory evaluation of sand underdrains. *Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering*, 126(11), 990-1001.
7. Boutin, C., Kacprzak, G., & Doanh, T. (2010). Interpretation of the stiffness and permeability of Sand-Kaolin mixtures in the framework of homogenization. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 82(1), 243-260.
8. Sudovít Krajèi, I. V. A. N., Kraus, I., & Jamnický, P. (2007). Burnt kaolin sand as pozzolanic material for cement hydration. *Ceramics- Silikáty*, 51(4), 217-224.
9. Gravimétrica de Arenas de Arcillas Caoliníticas Procedentes de Agua Blanca de Iturbide, Hidalgo (México)", Capítulo 27 en, "Recent Developments in Metallurgy, Materials and Environment", Martin I. Pech-Canul, Ana L. Leal-Cruz, Juan C. Rendón-Angeles, Carlos A. Gutiérrez-Chavarría, Jorge López-Cuevas, José L. Rodríguez-Galicia (Editors), Editorial Cinvestav IPN, 2012, pp. 1-11. ISBN 978-607-9023-18-8, 341 páginas.
10. Legorreta-García, F., Hernández-Cruz, L., Mata Muñoz, P.F. Study of removing impurities of kaolin clays from Hidalgo state, (Mexico) [Estudio de la remocion de impurezas de arcillas caoliníticas del estado de Hidalgo (México)] (2013) *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, 33 (2), pp. 308-315.
11. Lozada, E.M., Alanís, O., Legorreta, F., Hernández, L.E. Study of the synthesis of mullite from kaolin- α -Al₂O₃ and kaolin-Al(NO₃)₃, (2013) *Materials Research Society Symposium Proceedings*, 1481, pp. 11-17.