



CINÉTICA DE PRECIPITACIÓN DE LA GIBBSITA [AL(OH)₃] DURANTE EL PROCESO BAYER

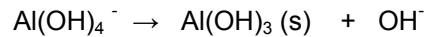
Benjamín Hidalgo-Prada¹ y Yadilka Navarro²

¹Laboratorio de Caracterización de Materiales, Instituto de Investigaciones en Biomedicina y Ciencias Aplicadas (IIBCAUDO) y ²Departamento de Química, Escuela de Ciencias de la Universidad de Oriente. Avenida Universidad, Cumaná Estado Sucre, Venezuela.

E-mail: bhidalgo@sucre.udo.edu.ve

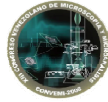
Introducción

La gibbsita [γ -Al(OH)₃] es la fase intermedia en la producción comercial de alumina (Al₂O₃) mediante el proceso Bayer. Este proceso se inicia con la disolución de varios compuestos que contienen aluminio, principalmente gibbsita y bohemita [γ -Al(OH)], a partir de la bauxita disuelta en una solución caliente de hidróxido de sodio; la separación posterior del material no disuelto; la precipitación asistida por semillas de la gibbsita desde la solución sobresaturada de aluminato de sodio (NaAlO₂) y finalmente la calcinación de la gibbsita para obtener alumina. La precipitación de la gibbsita puede ser expresada mediante la siguiente ecuación:



Esta reacción no solo es la etapa que controla la rapidez de todo el proceso, sino que además determina la productividad y la calidad del producto final. Sin embargo, la tasa de crecimiento de los cristales de gibbsita es típicamente del orden de 1-2 μm por hora y no parece ser afectada significativamente por la agitación de la solución cáustica.^[1] Por su acoplamiento con una elevada energía de activación, la precipitación de la gibbsita se considera una reacción controlada por efectos de superficie, a diferencia de un proceso controlado por difusión donde el crecimiento sería afectado significativamente por la agitación. Esto significa que la integración de las unidades de crecimiento en el retículo cristalino es la etapa determinante durante la precipitación de la gibbsita desde la solución supersaturada.

Aunque el proceso de precipitación del trihidróxido de aluminio a gibbsita, vía proceso Bayer ha sido ampliamente estudiado, el mecanismo de precipitación y crecimiento de los cristales no está aún claramente explicado.^[1,2] Los estudios por espectroscopia han demostrado que el ion aluminato [Al(OH)₄⁻] es la especie predominante en las soluciones concentradas de aluminato de sodio.^[3] También se ha considerado que la bayerita [α -Al(OH)₃] tiene un rol importante en la precipitación de la gibbsita a partir de un proceso donde una capa de bayerita se deposita sobre la superficie de la semilla de Al(OH)₃ y se transforma irreversiblemente en gibbsita^[3]. Estudios por MEB han evidenciado la presencia de cristallitos sobre la superficie de la semilla, los cuales se cementan o consolidan produciendo así el crecimiento del cristal.^[2] En el presente trabajo se estudia, por microscopía electrónica de barrido (MEB), la cinética de precipitación y crecimiento de cristales de gibbsita durante el proceso Bayer en CVG-Bauxilum, donde la etapa de aglomeración, consiste en la cristalización de la solución de aluminato de sodio (solución madre)



con la adición de una forma controlada de hidratos finos como semillas previamente clasificadas, con el objeto de obtener hidratos de alúmina fuerte con granulometría deseada.

Experimental

Para el presente estudio se utilizó una solución sobresaturada de aluminato de sodio, un tamaño de semilla de 19% < 45 y una densidad de sólidos de 180 g/l. Los ensayos de precipitación se realizaron en un baño isotérmico controlado, a temperatura de 76 °C, por tiempos de residencia (t_R) de 20, 60, 120 y 420 minutos. Las muestras obtenidas de cada ensayo se lavaron y secaron, para ser espolvoreadas sobre un portamuestras de aluminio cubierto previamente con una cinta de adhesiva de carbón de doble cara. Luego se observaron utilizando un microscopio electrónico de barrido HITACHI S-800 FE con unidad de bajo voltaje acoplada. Las observaciones se realizaron en modo de emisión de electrones secundarios a un voltaje de aceleración de 7,0 kV, para favorecer la observación sin obstrucción de la superficie de las partículas de gibbsita.

Resultados y Discusión

En la micrografía de la figura 1 correspondiente a la semilla original después de un tiempo de residencia de 20 minutos, se aprecia una gran actividad de adherencia de pequeñas partículas provenientes de la solución, que se distribuyen sobre la superficie, presentando poca adherencia, como corresponde a un proceso controlado por difusión. El grado de cementación es también bajo, aunque la presencia del elevado número de cristalitas evidencia una elevada tasa inicial de aglomeración.

La micrografía por MEB de la figura 2 se obtuvo para la semilla inicial después de un tiempo de residencia de 60 minutos. Se aprecian ahora estructuras cementadas con bordes bien definidos y pequeños cristalitas sobre la cara plana de la partícula. Los bloques parecen mejor definidos con menos aglomeración de nuevas partículas, indicando mayor grado de cementación por difusión y una disminución relativa de la tasa inicial de precipitación y crecimiento de la partícula.

Para un tiempo de residencia de 120 minutos, la micrografía de la figura 3 muestra partículas con bloques mejor definidos y de mayor tamaño, evidenciando creciente grado de cementación. Se aprecia menor actividad de precipitación y los cristalitas depositados sobre la superficie son pequeños, lo cual sugiere una disminución significativa en la tasa de aglomeración y crecimiento de la partícula de gibbsita.

La micrografía por MEB de la figura 4 ilustra la morfología de la partícula después de un tiempo de residencia de 7 horas. La actividad de cementación de los cristalitas pequeños responsables del crecimiento de la partícula parece invariable, ya que su nivel aparente es comparable con el observado para $t_R = 120$ minutos.

Conclusiones

Los resultados de la presente investigación sugieren que durante el proceso Bayer la precipitación y subsecuente crecimiento de las partículas de gibbsita a partir de una semilla inicial, proceden a través de la adherencia y posterior cementación de cristalitas provenientes del hidrato sobresaturado. La tasa de adherencia y por la tanto la cinética de precipitación disminuyen en el tiempo a medida que se consolida la partícula y se actividad superficial se hace menor.

Palabras Clave: Gibbsita, proceso Bayer, precipitación, MEB

Referencias

1. Loh, J., et al., Phys. Chem., 2000 (2), pp: 3597-3604.
2. Farias, E., et al., Microsc Microanal, 2005, 11 (Suppl 2), p. 1790-1791.
3. Watling, H.R., Appl. Spectrosc., 1988 (52), p. 250.

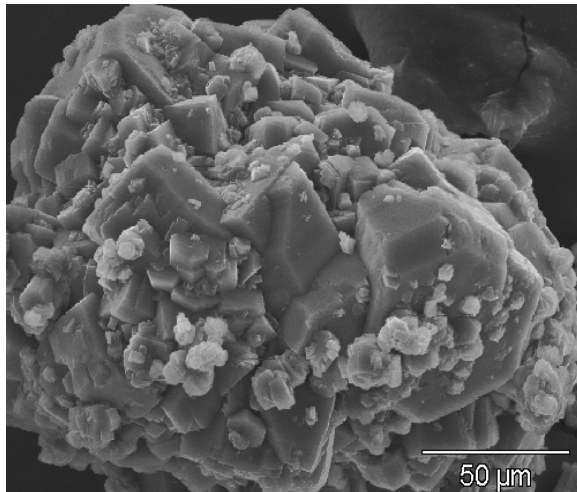


Figura 1. Micrografía por MEB de partícula de gibbsita para $t_R = 20$ minutos.

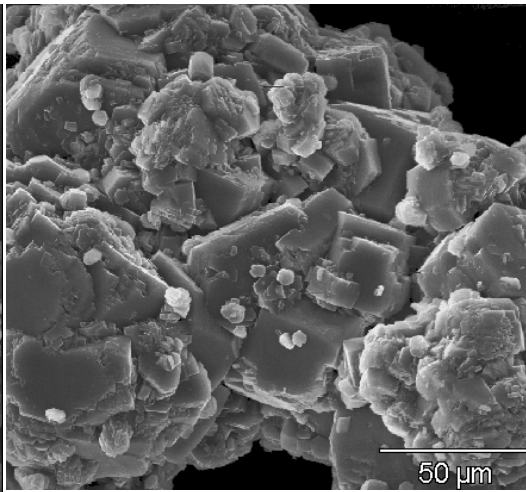


Figura 2. Micrografía por MEB de partícula de gibbsita para $t_R = 60$ minutos.

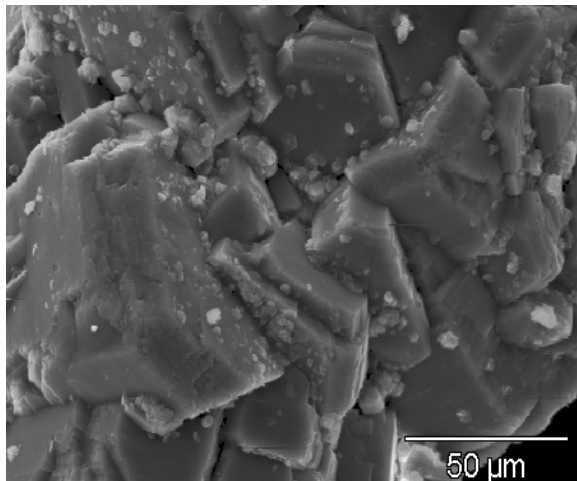


Figura 3. Micrografía por MEB de partícula de gibbsita para $t_R = 120$ minutos.

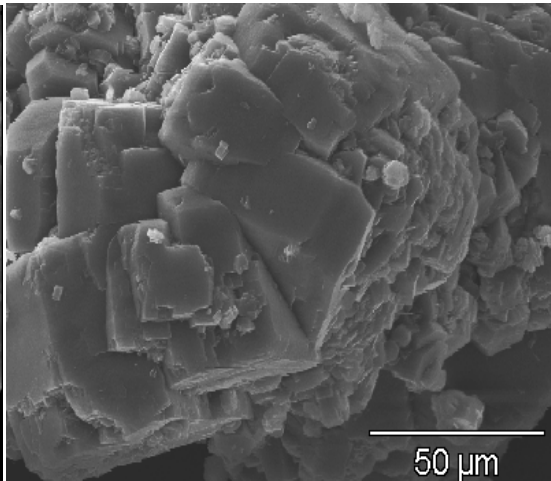


Figura 4. Micrografía por MEB de partícula de gibbsita para $t_R = 420$ minutos.