

FABRICACION DE CARBÓN ACTIVADO A PARTIR DE CÁSCARA DE COCO PARA LA ADSORCION DE CIANURO DE SODIO

Claudia Veronica Reyes Guzman

Investigadora de la Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Metalurgia Monclova

Leonor Muñoz Ramírez

Colaboradores en el proyecto Facultad de Metalurgia Univ. Autonoma de Coahuila

Sergio García Villarreal

Colaboradores en el proyecto Facultad de Metalurgia Univ. Autonoma de Coahuila

Gloria Guadalupe Treviño Vera

Colaboradores en el proyecto Facultad de Metalurgia Univ. Autonoma de Coahuila

Samuel Chacón de la Rosa

Colaborador del CIGA, Nueva rosita Coahuila

Erik Alfredo Padilla Zarate

Egresado de la Facultad de Metalurgia de la Univ. Autonoma de Coahuila

All content in this magazine is licensed under a Creative Commons Attribution License. Attribution-Non-Commercial-Non-Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).



Resumen: En el presente trabajo se llevó a cabo la elaboración de carbón a partir de cáscara de coco, seguido de un tratamiento físico en un horno mufla para llevarlo a la etapa de carbonización a temperaturas de entre 800 – 1000°C, posteriormente se puso en contacto con soluciones de cianuro, demostrando que dicho carbón es tan efectivo como el carbón mineral. En relación con la preparación de carbón con las cáscaras de coco, y la caracterización, podemos concluir que el análisis realizado, está dentro de los estándares que marca la norma y en cuanto a su área superficial tiene los mismos m^2/gr que un carbón mineral. Con relación a la adsorción de cianuro en carbón activado con un pH 11 ocurre una adsorción física del cianuro en sitios positivos, así como el intercambio de iones con los distintos grupos superficiales del carbón, por lo tanto los carbones básicos tiene menos sitios ácidos menos cargas negativas y mas grupos para el intercambio iónico, lo cual ayuda a una mayor adsorción. Con respecto al tratamiento físico, éste presentó mayor porosidad y por tanto más sitios de anclaje, mostrando un efecto catalítico sin tener presencia de un agente oxidante en la reacción. En la microscopia electrónica de barrido se presentó una mayor porosidad después del tratamiento físico o tratamiento de carbonización a 950 °C y en las imágenes a 800x se mostró una mayor tendencia de poros.

INTRODUCCION

La industria minera mundial está viviendo uno de los momentos más importantes de su historia. La demanda de casi todas las materias primas minerales ha experimentado un incremento sin precedente, provocando que las cotizaciones internacionales de los metales alcancen máximos históricos; de forma relevante, se espera que esta demanda se mantenga al menos durante las próximas

dos décadas.

Este importante crecimiento en la producción de oro, se debe principalmente a las modificaciones en la legislación minera. La consolidación de la estabilidad económica (baja inflación) y el aumento en el precio de los metales. En el caso del oro, se incrementó la producción por el proceso de cianuración. Los nuevos proyectos de explotación masiva de oro contemplan el empleo de este proceso

La creciente aplicación del proceso de cianuración para la extracción de oro, hace indispensable el desarrollo e implementación de procesos para el tratamiento de los efluentes de la cianuración, adecuados a la diversa mineralogía del oro y la plata de nuestro país. Es importante mencionar que estos efluentes presentan dos particularidades: son muy tóxicos (lo que hace indispensable darles un tratamiento antes de descargarlos al ambiente), y contienen un gran exceso de cianuro con respecto al requerido para la disolución de metales preciosos (del 2 al 10 % del cianuro), agregado en el proceso de extracción se utiliza para la disolución de oro y plata. Esto último repercute significativamente en los costos del proceso de cianuración y en su impacto ambiental, ya que el cianuro es un importante parámetro de medición y control tanto en su forma libre como de complejos metálicos.

En términos generales el proceso de adsorción consiste en la captación de sustancias solubles presentes en la interfase de una solución, pudiendo constituirse dicha interfase entre un líquido y un gas, un sólido o entre dos líquidos diferentes. El uso del término sorción se debe a la dificultad de diferenciar la adsorción física de la adsorción química, y se emplea para describir el mecanismo por el cual la materia orgánica se adhiere al CAG. El equilibrio se alcanza cuando se igualan las tasas de sorción y desorción, momento en el que se agota la capacidad de adsorción del carbón. La capacidad teórica de adsorción de

un determinado contaminante por medio de carbón activo se puede determinar calculando su isoterma de adsorción.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

PREPARACIÓN DE LOS CARBONES CÁSCARA DE COCO

a.- Se realizó un tratamiento físico a las cáscaras de coco en un horno para llevarlo a la etapa de carbonización a temperaturas de entre 800-1000°C

b.- Seguido del paso anterior se realizó un tamizado para seleccionar la malla requerida.

c.- Al seleccionar el carbón al tamiz requerido, se procedió a realizar un tamizado en húmedo con la finalidad que el agua lave el carbón y salgan todos los finos

d.- Después el carbón se colocó en un recipiente de polietileno de 4 lt, agregando agua según el siguiente factor:

50gr. de carbón en 1000 ml de agua desionizada

e.- Después de que se le agregó agua se agitó constantemente durante 5 minutos y se dejó reposar 2 horas

f.- Transcurrido el tiempo las partículas más grandes se depositan en el fondo mientras las que no son de ese tamiz flotan, el agua de lavado se verá transparente, lo cual indicó que está bien lavado y libre de partículas de un tamaño desigual a la seleccionada

g.- Después del lavado se procedió a quitarle la humedad en un horno a 110 °C en charolas de aluminio durante 24 horas

h.-Transcurrido el tiempo de horneado se apagó y se sacó los carbones hasta que el horno estuviera en una temperatura de 25 °C, posteriormente se vació en un recipiente de plástico y se etiquetó para su uso posterior.

i.- Se recomienda que el recipiente que tiene el carbón se guarde en un desecador con silica

ADSORCIÓN DE CIANURO CON CARBONES CÁSCARA DE COCO

Los experimentos de adsorción de cianuro con carbón cascara de coco se llevaron a cabo en un vaso de precipitado de 600 ml donde contenía 250 ml de cianuro grado reactivo y agua desionizada, ajustando el pH a 12 con una solución de NaOH como se muestra la Figura 1. El sistema se mantuvo en agitación constante durante todo el experimento. El avance del proceso se monitoreo continuamente mediante el cambio de la concentración del cianuro. La agitación se reguló con agitador magnético colocado dentro del matraz y accionado por medio de una parrilla de agitación magnética; el cianuro extraído del proceso se determinó con titulación de nitrato de plata, de acuerdo con el método APHA-AWWA 4500-CN D.



Figura 1. Esquema de experimentación

RESULTADOS Y DISCUSION

CARACTERIZACIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO ANTES DE LA ADSORCIÓN

Las normas de la American Society for Testing and Materials Standards (ASTM) establecen pruebas estándar necesarias para establecer la calidad del carbón obtenido, entre ellas están: el porcentaje de humedad, materia volátil, cenizas, carbón fijo, y la resistencia a la abrasión. Para la caracterización de la

estructura porosa del carbón activado, se suelen utilizar algunas técnicas sencillas como el índice de yodo ya que los carbones son productos de muy alta capacidad para retener contaminantes de diversos fluidos. En la Tabla I se muestra la caracterización del carbón cáscara de coco después del tratamiento físico.

Datos técnicos	valor	norma que cumple
número de yodo	700 mg L/gr	ASTM D-4607
dureza	90 ADIMENSIONAL	ASTM D-3802
cenizas totales	8%	ASTM D-2866
densidad aparente	0.55 gr/cm ³	ASTM D-2854
humedad total	4 % MAX	ASTM D-2867
azufre	0.187	D 4239-05
poder calorífico	6836.3	D 5865-4

Tabla I. Análisis del carbón cáscara de coco

Las propiedades de textura del carbón (área específica, volumen de los poros y diámetro promedio de los poros), se determinaron por medio de un equipo de fisorción de N₂ y dio como resultado la Tabla II.

Carbón	S BET (m ² /gr)
Ccc	948.91

Tabla II. Área superficial específica del carbón activado

El área superficial del ccc usado en el trabajo está en el rango típico de los carbones activados de 500 a 1500 m²/gr [32]. Por esta razón, se considera con el potencial adecuado para usarlo como adsorbente o bien como precursor de adsorbentes modificados, y aplicarlo a la remoción de contaminantes orgánicos, o inorgánicos disueltos en medios acuosos.

ADSORCIÓN DE CIANURO EN CARBÓN ACTIVADO DE CÁSCARA DE COCO

Los métodos del diseño experimental han encontrado amplia aplicación en diversas disciplinas. De hecho la experimentación puede considerarse parte del proceso científico, en el diseño de experimentos se tiene que encontrar las variables claves del proceso, en los experimentos de adsorción de cianuro se empleó un diseño de experimentos manteniendo constante el pH 11.5 y concentraciones de cianuro y dos variable en gramos de carbón activado (1, 2) como se muestra en la Tabla III.

pH	[CN] ppm	C.A gr
11	200	1, 2
	600	
	800	

Tabla III. Variables del proceso

Los experimentos de adsorción de cianuro con carbón cáscara de coco realizados en la investigación se efectuaron sin la presencia de agentes oxidantes las Figuras 2 y 3 muestran los resultados de la adsorción de cianuro en presencia de carbón cascara de coco, sin el proceso de carbonización de este; Claramente se puede observar que la adsorción es muy pobre en ambas figuras a pesar que existe incremento en los gramos de carbón, este fenómeno lo reportó Reinoso y colaboradores 2005 donde menciona que preparó soluciones sintéticas de cianuro en atmosferas de helio, mostrando que después de 45 minutos la adsorción en un carbón mineral sin tratamiento físico, es muy pobre. La Figura 2 muestra tres concentraciones diferentes de cianuro con 1 gramo de carbón cáscara de coco sin tratamiento físico, donde se observa que la adsorción es limitada.

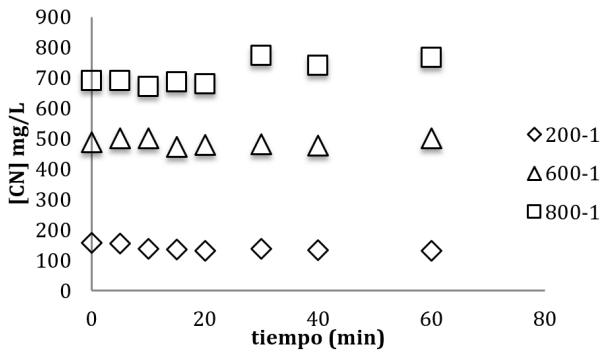


Figura 2. Carbón cáscara de coco en contacto con 3 concentraciones de cianuro

La gráfica 3 muestra que a diferencia de la gráfica 2, el porcentaje de adsorción fue de 37 %. Esto demuestra que el carbón tiende a saturarse, debido a la falta de poros, una las características de los carbones activados, es que adsorben y se desorben hasta que alcancen el equilibrio.

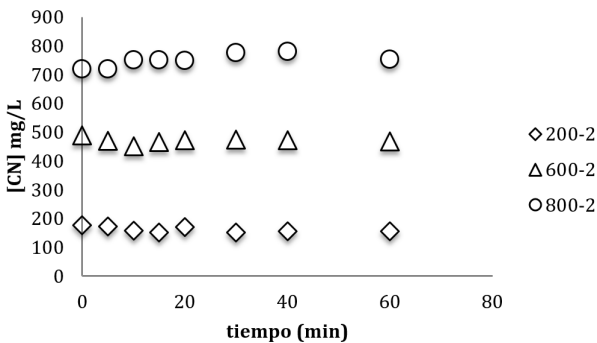


Figura 3. Carbón de cáscara de coco con 3 concentraciones de cianuro con 2 gr C.A

La Figura 4, muestra la adsorción de cianuro en el carbón activado después del proceso físico, con tres distintas concentraciones de cianuro, a 1 hora de adsorción, esto da como resultado, un incremento en la cantidad de cianuro removido por adsorción en el carbón cáscara de coco después del proceso de carbonización, en la grafica muestra una comparación entre un carbón sin tratamiento físico (a) y con tratamiento físico (b), la figura muestra que al practicarse el proceso

físico al carbón activado, a los 20 minutos hay un incremento de adsorción debido a que el carbón presenta un efecto catalítico, el mecanismo de adsorción es un intercambio de iones entre los grupos funcionales de la superficie del carbón, como se muestra en la siguiente reacción [6] :

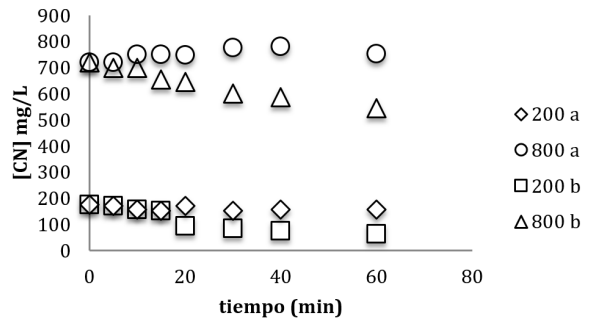
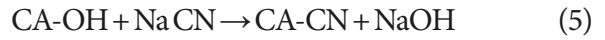


Figura 4. Muestra dos concentraciones de cianuro con 2 gr de ccc, los incisos (a) es antes del proceso físico y el inciso (b) después del proceso físico

MICROSCOPIA ELECTRONICA DE BARRIDO

Para poder apreciar la morfología del carbón activado obtenido con mayor nitidez, se realizó un análisis mediante microscopia electrónica de barrido, con aumentos de 50x a 800 x.

Las Figuras 5 obtenidas por microscopia electrónica de barrido (MEB) de la superficie del carbón activado, obtenido a partir de cáscara de coco sin tratamiento. Se puede observar que la morfología de la superficie externa, presenta cavidades con un alto grado de uniformidad y rugosidad, al tener una superficie rugosa, este tiende a tener un comportamiento tipo mica, es decir que no se quimiadsorbe la solución que este en contacto.

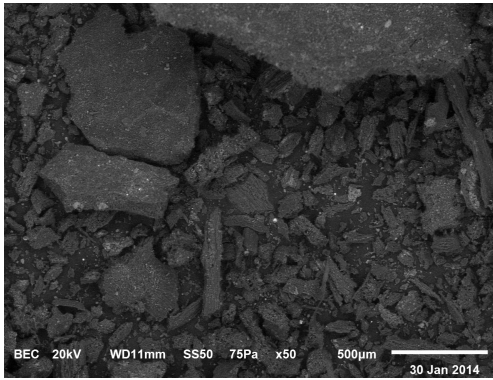


Figura 5 Imagen de la superficie del carbón activado, magnificada a 50x

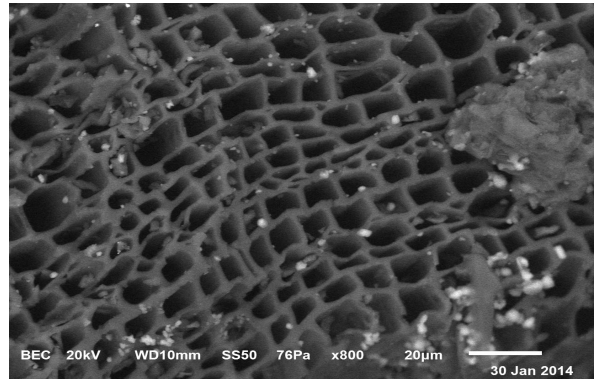


Figura 7. Imagen del carbón activado cáscara de coca a 800x después del proceso físico.

Si bien los microporos y mesoporos no son visibles, las fotografías presentan las formas y localización de los macroporos sobre la superficie de la muestra. Los macroporos se forman durante la activación por efecto del vapor de agua, y la pérdida de material volátil durante la pirólisis y favorecen los procesos difusionales, la presencia de macroporos y mesoporos favorece que el carbón retenga partículas pequeñas y grades según la IUPAC.

Las siguientes Figuras 6 y 7 muestran el carbón cáscara de coco después del proceso físico, se puede observar que presenta mayor porosidad a 50x y aumentando la nitidez 800x a esa misma muestra, se observa gran cantidad de poros que posiblemente proporcione los sitios para adsorción física o química.

Young y colaboradores 1996 hicieron un tratamiento físico a los carbones activados, presentando morfologías lisas y cavidades rugosas del orden de 56 nm, estas cavidades presentaban texturas tipo mica, es decir que no adsorbían el cromo de la solución sintética al que estuvieron expuestas, al aumentar a 10000x se dieron cuenta que había muy pocos mesoporos, macroporos y microporos que estos son los causantes de que haya una buena adsorción, como se muestra en la Figura 8.

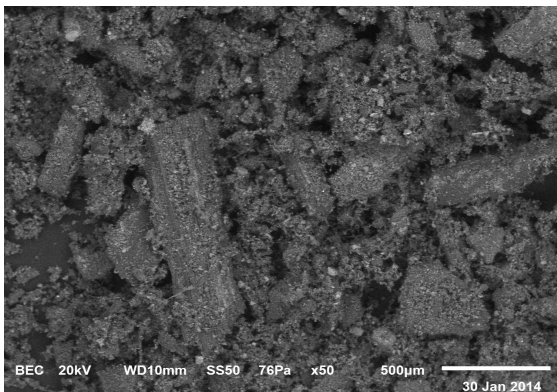
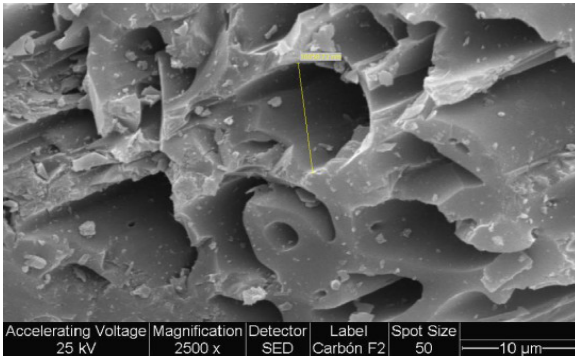
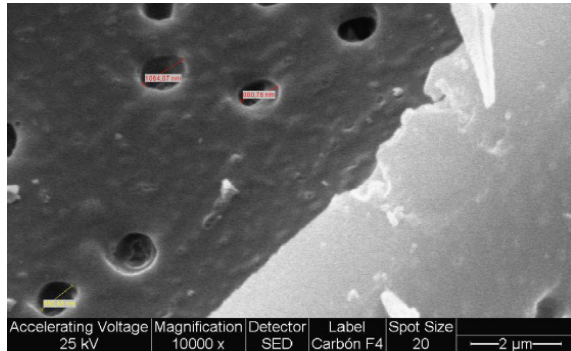


Figura 6. Imagen del carbón activado cáscara de coco, magnificada a 50x después del proceso físico



a.- Imagen a 2500x



b.- Imagen a 10000x

Figura 8. Imagen del carbón activado cáscara de coco magnificada 2500x (a) y 10000 x (b) .

CONCLUSIONES

En relación con la preparación de carbón con las cáscaras de coco, y la caracterización, podemos concluir que el análisis realizado, está dentro de los estándares que marca la norma y en cuanto su área superficial tiene los mismos m^2/gr que un carbón mineral.

Con relación a la adsorción de cianuro en carbón activado a pH 11, ocurre una adsorción física del cianuro en sitios positivos, así como el intercambio de iones con los distintos grupos, superficiales del carbón. Por lo tanto, los carbones básicos, tiene menos sitios ácidos, menos cargas negativas y más grupos para el intercambio iónico, lo cual ayuda a una mayor adsorción.

Con respecto al tratamiento físico del carbón. Este presentó mayor porosidad y por tanto más sitios de anclaje, mostrando un efecto catalítico sin tener presencia de un

agente oxidante en la reacción.

Mediante la microscopia electrónica de barrido, se observó una mayor porosidad después del tratamiento físico o tratamiento de carbonización a 950 °C y en las imágenes a 800x se observó una mayor tendencia de poros.

REFERENCIAS

- [1].-Baccar R. , Bouzida J., Fekib M., Montiel A., “Preparation of activated carbon from tunisian olive-wastecakes and its application for adsorption of heavy metal ions”, (2009), *Journal of Hazardous Materials* 162,1522–1529.
- [2].-Behnamfard A., Mohammad M., “Equilibrium and kinetics studies on free cyanide adsorption from aqueous solution by activated carbon”, (2009), 127-133, *Journal of hazardous materials* 170.
- [3].-Boehm, H. “Some aspects of the surface chemistry of carbon blank and others carbons”, (1994), *Carbon* 32,759 – 769.
- [4].-Botz, M. M. y Stevenson, J. A., “Cyanide, recovery and destruction”, (1995), *Engineering and metallurgical journal*, June, 44 – 53.
- [5].-Dai X, Breuer P. L, Jeffrey “Comparison of activated carbon and ion – exchange resins in recovering cooper from cyanide leach solutions”, (2010) ,*Hydrometallurgy* 101, 48-57.
- [6].-Devuyt, E. A., Conrad, B. R., “A cyanide removal process using sulfur dioxide and air”, (1989), *Overview, JOM*, December, volume 41, Issue 12, pp. 43 -45
- [7].-Dubinin M. M., Zaverina E.D., Radushkevich, L.V., “Sorption and structure of active carbons. I. adsorption of organic vapors”, (2005), *J. Phys. Chem* 21, 1351-1362.
- [8].-Figueiredo, “V curso”, (2004), *Taller Iberoamericano*.
- [9].-Gurol M. C. y Bremen, W. M. y Holden T. E., “Oxidation of cyanides in industrial wastewater ‘s by ozone”, (1984), *Conference on cyanide and environment proceedings, Tucson, Arizona*, 341-361.
- [10].-Yin, Y., Aroua, K., Wan D. W., “Review of modifications of actived carbón for enhancing contaminant uptakes from aqueous solutions”, (2007), *Separation and purification technology*. 52, 403- 415.
- [11].-Yannopoulos. J., “The extractive metallurgy of gold”, (1991), *New York, Van NostrandReinhold*, 79-110.
- [12].-Young C. A., Cashin S. P. y Jordan, T. S., “Remediation technologies for the separation and destruction of aqueous cyanide species”, (1996), *Preprint* 96-149, *SME*.