

EMPLEO DE HIDROGELES EN LA ABSORCIÓN DE METALES PESADOS (As, Pb y Cd) PROVENIENTES DE AGUAS RESIDUALES

J. Trinidad Ávila Salazar

*Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas
Instituto Politécnico Nacional
jtrinisalazar@yahoo.com.mx*

Sandra Patricia Sánchez Zamudio

*Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas
Instituto Politécnico Nacional*

Jesús Torres Calderón

*Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas
Instituto Politécnico Nacional*

Abstract

Se analiza la capacidad de absorción de iones metálicos usando hidrogeles de poliacrilamida y poliacrilato de sodio por ser polímeros con grupos funcionales hidrófilos, sin realizar la síntesis o copolimerización entre ellos, realizando a su vez un análisis de los diferentes tratamientos de agua que existen, para conocer la efectividad y ayuda que este método puede proporcionar en comparación con el resto.

Palabras clave: Hidrogel, absorción, Aguas residuales, Arsénico, Plomo y Cadmio.

A partir del año 2007 se ha incrementado la descarga de residuos peligrosos al medio ambiente debido a la creciente industrialización; donde se incluyen los lagos, ríos, océanos y lagunas donde desembocan las aguas residuales con altos contenidos de metales presentes en el agua. Existen varias tecnologías para dar una solución a esta problemática como los lodos activados pero su gran costo-beneficio hace que no sea

apropiada por el gran gasto energético (Rojas Gascue, B. e. 2010).

Por lo anterior, se requiere un análisis del uso de las tecnologías apropiada, ya que dependerá de las características que presente el agua a tratar ya que se tiene una suspensión de partículas de un tamaño muy pequeño por lo que se recomienda una coagulación-floculación, también la filtración o el uso de

membranas podrían ser óptimas para dicho fin. (Andrade, D. J. 2009).

Considerando la problemática presente en nuestro país, el objetivo de este trabajo de investigación se centra en el tratamiento de aguas residuales, específicamente la absorción de metales por medio de hidrogeles, sin considerar la posibilidad de la fabricación de una planta piloto, se limita a la elaboración de pruebas a nivel laboratorio.

En años pasados se han realizado estudios acerca del grado de hinchamiento y caracterización de hidrogeles, la mayoría de ellos sintetizados a partir de ácido itacónico, acrilamida, ácido acrílico, ácido maleico entre otros. Los hidrogeles se pueden definir como materiales poliméricos de origen natural o sintético, cuyas cadenas están entrecruzadas en forma de red tridimensional y que se hinchan, en contacto con el agua, formando materiales blandos y elásticos. Estos geles poliméricos son capaces de absorber y retener (incluso bajo presión) grandes cantidades de fluidos acuosos, por lo que son conocidos como polímeros súper absorbentes (Dickinson, E. 2003).

Para el desarrollo de esta investigación se evaluará el comportamiento del acrilato de sodio por ser un polímero súper absorbente, evaluando también algunos otros agentes poliméricos posibles para dicho fin, como es la poliacrilamida. Una red polimérica tridimensional puede absorber una gran cantidad de agua o fluido con el que se ponga en contacto. Durante el hinchamiento, las cadenas que conforman la red tienen la propiedad de elongarse y esta dilatación va acompañada de una fuerza que opone resistencia a la expansión, es decir, al proceso de hinchamiento, que actúa como una presión que las cadenas de la malla ejercen sobre el disolvente contenido en ella.

El comportamiento de hinchamiento es una parte integral del comportamiento físico de los hidrogeles. Desde su preparación, deben estar en contacto con el agua, para obtener la estructura solvatada final (Sáez, V. 2003).

En particular la mayoría de los trabajos de investigación han estado centrados en el efecto del pH y la temperatura debido a la importancia de estas variables en sistemas fisiológicos, biológicos y químicos. La dependencia del grado de hinchamiento de polímeros entrecruzados con estas variables ha permitido su uso como materiales para diversas aplicaciones como son: en membranas de separación sensibles al pH, purificación y recuperación de productos farmacéuticos de una disolución o en la liberación de fármacos.

Metodología experimental

La metodología a seguir consiste en comparar la capacidad de absorción que tiene cada hidrogel de los metales a tratar, por lo anterior se realiza la experimentación con un blanco, llevándose a cabo los siguientes pasos:

1. Pesar la columna después de un proceso de lavado y secado (325.5 g).
2. Realizar el montaje de la columna previamente tapada con un algodón.
3. Pesar 0.5 g de poliacrilato de sodio y 2 g de poliacrilamida respectivamente.
4. Agregar el hidrogel en polvo a la columna con el algodón.
5. Hidratar el hidrogel, agregando pequeñas cantidades de agua desionizada a la columna, y cuantificar la cantidad de agua añadida.
6. Indicar del estado de saturación del hidrogel desde la primera gota de agua que cae de la columna y a partir de ese momento se deja de agregar agua.

7. Continuar con la medición de la altura que tiene el hidrogel hidratado al término del proceso de absorción.
8. Verter los hidrogeles hidratados a un contenedor diferente para su posterior tratamiento.

Absorción de solución de Cloruro de Sodio

A continuación se describe el procedimiento para analizar la capacidad de absorción que tiene cada uno de los hidrogeles con diferentes soluciones:

1. Mantener a peso constante un vaso de precipitados que se usa como receptor del proceso de desorción en el hidrogel.
2. Preparar la solución de NaCl a 18 %.
3. Sellar la columna con algodón para evitar la caída del hidrogel
4. Agrega el hidrogel pesado a la columna y la solución de NaCl y colocar en la parte inferior de la columna el vaso receptor y se mide la altura de hidrogel hidratado como se muestra en la figura 1.
5. Recolectar término de la desorción el agua en el vaso y colocarlo a la estufa para evaporar el agua y así determinar por diferencia la cantidad de sal que fue retenida en el hidrogel ver figura 2.



Figura 2. Hidrogel hidratado



Figura 2. Solución recuperada

6. Para la segunda prueba se hidrata primero el hidrogel con agua desionizada como se explica en la preparación del blanco.
7. Después se añade la solución de NaCl.
8. Se mide altura de hidrogel al inicio y al final de la desorción.
9. Se vierte el hidrogel contaminado en un contenedor para su recuperación.

Además se realizaron pruebas con K_2SO_4 , $SnCl_2$ y $NaAsO_2$. Para cada solución se realiza la prueba con cada uno de los hidrogeles previamente hidratados con agua desionizada y con hidrogel seco, siguiendo el procedimiento descrito para la absorción de NaCl como se aprecia en la figura 3.



Figura 3. Absorción del contaminante

Análisis de resultados

A continuación, se presentan los resultados de absorción obtenidos para cada hidrogel, respectivamente. Estos resultados muestran el rango de capacidad que presenta, en promedio cada uno de los hidrogeles, de absorber agua libre de contaminantes ver tabla 1 y tabla 2.

Tabla 1. Hidratación del hidrogel.

	Poliacrilamida
Peso de la columna	325.5 gr
Tapón de algodón	1.0 gr
Peso del polímero	2.0 gr

Peso total	327 gr
Agua absorbida	90-100 mL

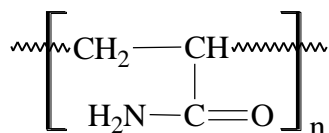


Figura 4. Estructura de la poliacrilamida
Tabla 2. Hidratación del hidrogel.

	Poliacrilato de sodio
Peso de la columna	325.5 gr
Tapón de algodón	0.5 gr
Peso del polímero	2.0 gr
Peso total	327 gr
Agua absorbida	120-130 mL

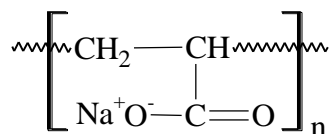


Figura 5. Estructura de la poliacrilato de sodio

En las tablas 1 y 2 se observa la capacidad de retención del hidrogel con agua desionizada, notando que el poliacrilato de sodio tiene mayor capacidad de absorción que la poliacrilamida, esto se debe a los grupos funcionales que hay en la malla tridimensional, la presencia del grupo carbonilo presenta enlaces covalentes que son insolubles y la fuerza que los atrae es mayor en comparación con otras fuerzas, en cambio la poliacrilamida gracias a su grupo colgante amido forma en parte enlaces covalentes y enlaces de hidrógeno lo que presenta mayor resistencia a la absorción, es decir, al incremento en volumen, de la malla tridimensional.

Para todas las pruebas se usaron 0.5 g de poliacrilato de sodio y 2 g de poliacrilamida, representando el poliacrilato de sodio, una

cuarta parte de lo empleado para la poliacrilamida. El poliacrilato de sodio presenta una mayor retención de NaCl a comparación de la acrilamida, debido a su estructura molecular. Sin embargo, la capacidad de retención es muy poca para esta sal, tomando en cuenta que el volumen de saturación, para ambos hidrogeles, fue menor al que se requiere, para el caso del poliacrilato de sodio no se excede de los 70 mL y para el caso de la poliacrilamida fue en un rango de 50-60 mL, es decir, hay alrededor de 50 mL y 30 mL, respectivamente, que aún pueden ser captados por los hidrogeles, pero lo anterior no ayuda a un incremento en la retención.

Referencias

- Andrade, D. J. (2009). Estudio de la aplicación de redes poliméricas de AAm/Am en el tratamiento de aguas residuales industriales. Suplemento de la revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales.
- Dickinson, E. (2003). Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. *Food Hydrocolloids*.
- Escobar, J. e. (2002). Hidrogeles. Principales características para el diseño de sistemas de liberación controlada de fármacos. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 3(3).
- Rojas Gascue, B. e. (2010). Hidrogeles de Acrilamida/Ácido acrílico y Acrilamida/poli (Ácido acrílico), estudio de su capacidad de remediación en efluentes industriales. *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, 30(1).
- Rosas Flores, W., Ramos Ramírez, E., & Salazar Montoya, J. (s.f.). Importancia Biotecnológica de los gels. Recuperado el 25 de Febrero de 2014, de http://avanceyperspectiva.cinvestav.mx/wp-content/uploads/2012/09/IMPRIMIBLE_Geles.



Sáez, V. (2003). Liberación controlada de fármacos.Hidrogeles. Revista Iberoamericana de Polímeros, 4(1).