

Artículo publicado en el Repositorio Institucional del IMTA

<i>Título</i>	La electrocoagulación (EC): una alternativa para el tratamiento de agua contaminada con arsénico.
<i>Autor / Adscripción</i>	María de Lourdes Rivera Huerta Alejandra Martín Domínguez Martín Piña Soberanis Sara Pérez Castrejón José Edy García Espinosa
<i>Publicación</i>	Gaceta del IMTA, (21)
<i>Fecha de publicación</i>	2009
<i>Resumen</i>	Hoy en día existen procesos que ofrecen altas eficiencias de remoción de arsénico, como la adsorción en alúmina activada o por hidróxidos férricos, el intercambio iónico en resinas y la ósmosis inversa; sin embargo, todos ellos presentan limitantes al aplicarse a las fuentes de abastecimiento que existen en México. La electrocoagulación (EC) es una alternativa de tratamiento para la remoción del arsénico del agua. En el IMTA se llevaron a cabo el diseño y la optimización de un reactor de EC.
<i>Identificador</i>	http://hdl.handle.net/123456789/1328



Gaceta del IMTA

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

Número 21, Enero del 2009

La electrocoagulación (EC): una alternativa para el tratamiento de agua contaminada con arsénico

• Varios estados de la República sufren este delicado problema

María de Lourdes Rivera Huerta, Alejandra Martín Domínguez, Martín Piña Soberanis, Sara Pérez Castrejón y José Edy García Espinosa.

La exposición continua a la ingestión de arsénico vía el agua se asocia a problemas neurológicos, cardiovasculares y dermatológicos, así como a efectos carcinogénicos. La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece un valor guía provisional de arsénico en el agua potable de 10 µg/L, en vista de la alta incertidumbre en la evaluación del riesgo por la carcinogenicidad de este metaloide, el límite práctico de cuantificación en el intervalo de 1 a 10 µg/L y la dificultad para removerlo del agua.

Considerando lo anterior, la legislación mexicana modificó el año 2000 la Norma Oficial Mexicana, NOM 127 SSA1-1994, a fin de establecer un límite permisible de 25 µg/L de arsénico en agua para uso y consumo humano.

En México no existe actualmente un cálculo exacto de la población expuesta a la ingestión de arsénico a partir del agua; sin embargo, se conoce que son varias las localidades del país cuyas fuentes de abastecimiento se encuentran contaminadas con este metaloide. Tales localidades se ubican en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, San Luis Potosí, Guanajuato, Jalisco, Morelos, Hidalgo y Guerrero. En la mayoría de los casos aún no se implementa un proceso de tratamiento debido a varias razones, entre las que se destacan los costos de la inversión inicial y de la operación, y el mantenimiento de la planta o de los equipos de tratamiento.

Hoy en día existen procesos que ofrecen altas eficiencias de remoción de arsénico, como la adsorción en alúmina activada o por hidróxidos férricos, el intercambio iónico en resinas y la ósmosis inversa; sin embargo, todos ellos presentan limitantes al aplicarse a las fuentes de abastecimiento que existen en México, debido a que requieren la adición y/o el manejo de agentes químicos, la importación de equipos o partes consumibles, o sufren el desaprovechamiento de entre el 20 y el 40% del caudal total del agua, misma que se desecha a través de la corriente de rechazo como en el caso de la ósmosis inversa, o en la etapa de regeneración de los procesos de adsorción e intercambio iónico. Un inconveniente más de estas tecnologías es que generan una considerable cantidad de contaminantes secundarios con un alto contenido de arsénico, tales como lodos, soluciones de regeneración de carácter básico o ácido, o corrientes de agua de rechazo.

La coagulación-floculación mediante sales de hierro (III) es un método de tratamiento en el que este metal reacciona con la alcalinidad del agua para formar hidróxidos férricos, compuestos que forman pequeños conglomerados insolubles llamados "flóculos". El arsénico se liga a los flóculos de hidróxido férrico formados, que posteriormente son removidos por sedimentación y/o filtración en lechos granulares. Este tratamiento tiene la desventaja de requerir valores de pH neutros o ligeramente ácidos en el agua para tener altas eficiencias de remoción, además de que consume parte de la alcalinidad del agua.

La EC es una alternativa de tratamiento para la remoción del arsénico del agua. A diferencia de la coagulación química, el catión coagulante es generado en el agua contaminada por la oxidación electrolítica del ánodo. En este proceso, las especies iónicas son removidas por

reacción con: a) un ión de carga opuesta, y b) con los flóculos de hidróxidos metálicos generados.

La EC tiene las siguientes ventajas: requiere equipos relativamente simples; es fácil de utilizar y su operación es flexible; los flóculos formados por EC son similares a los producidos por coagulación química (excepto que los primeros tienden a ser mucho más largos, contienen menos agua superficial, son ácido-resistentes y son más estables, y por ello pueden ser separados más fácilmente por filtración); en la celda de EC los procesos electrolíticos son controlados eléctricamente sin dispositivos mecánicos, lo que requiere menos mantenimiento, además de que los componentes del sistema pueden ser fabricados en el país.

En el IMTA se llevaron a cabo el diseño y la optimización de un reactor semipiloto a escala, en el cual se utilizan ánodos de sacrificio que se corroen mediante la aplicación de una corriente eléctrica, con el objeto de liberar un catión coagulante de hierro en el agua. El reactor de EC usado en este estudio es de mezcla hidráulica y a flujo pistón, y su interior está dividido con pantallas deflectoras que a la vez funcionan como electrodos. Esta configuración hidráulica disminuye los problemas de zonas muertas y cortocircuitos. Pruebas a flujo continuo han permitido remociones mayores al 96% con agua cuyo contenido inicial de arsénico fue de 0.1, 0.2, 0.3 y 0.5 mg/Liv. Los costos de operación de este tren de tratamiento se estiman en valores inferiores a \$1/m³. La siguiente fase del estudio se enfoca al escalamiento del proceso, por lo que actualmente se trabaja en la construcción de una planta piloto para un gasto de 1 litro por segundo.

Los residuos o lodos producidos en la EC son básicamente especies químicas de hierro ligadas al arsénico, que en su mayoría se encuentran en forma hidratada. El volumen de los lodos producidos en la EC es 50% menor que lo que se obtiene por coagulación química, debido a que los primeros están menos hidratados. Debido a su composición, estos residuos deben ser tratados para retirar de ellos la mayor



Sistema experimental de electrocoagulación.

cantidad de agua posible y obtener un producto fácil de manejar y, asimismo, con el mínimo volumen. El lodo deshidratado debe disponerse en lugares pertinentes, protegido de la intemperie para evitar su dispersión o su disolución.

Referencias

i World Health Organization, Guidelines for drinking-water quality incorporating first addendum. Vol.1. Recommendations. 3a ed, Génova, Suiza, 2006, p. 306.

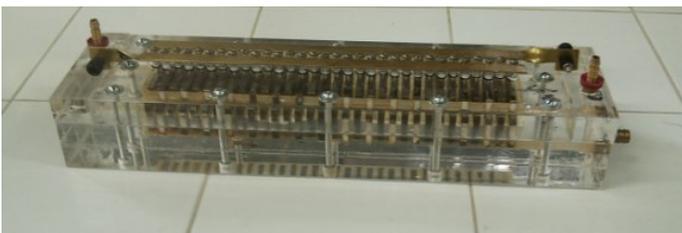
http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq0506.pdf

ii Diario Oficial de la Federación, "Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización", México, miércoles 22 de noviembre de 2000.

iii Información proporcionada por la Subgerencia de Explotación y Monitoreo Geohidrológico de la Gerencia de Aguas Subterráneas, Comisión Nacional del Agua, México, 2007.

iv Tecnologías de Remoción de arsénico. Tercera etapa. Informe final, Proyecto interno TC-0707.1.

v Parga, José R., David L. Cocke., Jesús L. Valenzuela, Jewel A. Gomes, Mehmet Kesmez, George Irwin, Héctor Moreno y Michael Weir, "Arsenic removal via electrocoagulation from heavy metal contaminated groundwater in Comarca Lagunera, México", Journal of Hazardous Materials B-124, 2005. pp. 247-254.



Reactor de electrocoagulación con electrodos de acero.