

## Desarrollo de un sistema semiautomatizado para la extracción de la fase orgánica en la producción de solución de $\text{Na}^{99\text{m}}\text{TcO}_4$

Ramos Martinez\*, Jesús Miranda, Luis Cavero, Luis Huatay, Max Medina

Instituto Peruano de Energía Nuclear, Planta de Producción de Radioisótopos,  
Av. Canadá 1470, Lima 41, Perú

### Resumen

El Pertecnetato de Sodio producido en la Planta de Producción de Radioisótopos, se obtiene mediante el proceso de extracción por solventes utilizando metiletilcetona. La fase orgánica que contiene el ión pertecnetato, se separa de la fase acuosa con ayuda de un pescante. Esta manipulación es una etapa crítica del proceso para obtener un mejor rendimiento de extracción. El sistema actual de posicionamiento de extracción es manual y tiene un tope que limita la posición del pescante incrementando la probabilidad de arrastrar  $^{99}\text{Mo}$  presente en la fase acuosa, a la columna cromatográfica contaminando el proceso. Para mejorar el rendimiento del proceso se ha diseñado e implementado un sistema semiautomatizado para la extracción de la fase orgánica, disminuyendo la probabilidad de arrastrar  $^{99}\text{Mo}$  a la columna cromatográfica al obtener una mayor altura de la fase y eliminando el tope al pescante. Se describen las acciones que se llevaron a cabo para la implementación y equipamiento del sistema y las pruebas realizadas.

### Abstract

The Sodium Pertechnetate, produced in the Plant of Radioisotopes Production is obtained by a solvent extraction method using Methyleneethylketone. The organic phase that contains the pertechnetate ion is separated from the aqueous phase with a ceiling. This manipulation is a critical stage to obtain a better performance of the organic phase extraction. The current system is manual and has restrictions for the position of the jib, increasing the probability of dragging  $^{99}\text{Mo}$  from the aqueous phase to the chromatographic column. In order to improve the performance of this process, we have designed and implemented a semi-automated system for the extraction of the organic phase. In this new system we obtained a higher level of the organic phase which eliminates the restriction of jib position and, as a consequence, the probability of dragging  $^{99}\text{Mo}$  to the chromatographic column is decreased considerably. In this work we describe the experimental details of the implementation of this system and the results of the preliminary test.

### 1. Introducción

En la producción del Pertecnetato de Sodio ( $\text{Na}^{99\text{m}}\text{TcO}_4$ ), obtenida mediante extracción por solventes, la etapa de separación determina: la actividad, la posibilidad de contaminación del producto, la cantidad de extracciones a realizar, la cantidad de solvente utilizado, la exposición ocupacional del operador y el tiempo del proceso.

La fase orgánica (FO) es la separación que se obtiene luego de la agitación energética de la Solución Madre de  $^{99}\text{Mo}$  (Molibdato de sodio) con 50 mL de MEC (Metiletilcetona); en el sistema actual esta fase tiene una altura aproximada de 6 mm y un diámetro de 7,8 cm y se ubica en la parte superior del Recipiente de la Solución Madre (RSM). Extraer mayor volumen incrementa la probabilidad de

arrastrar  $^{99}\text{Mo}$  a la columna cromatográfica, contaminando y dañando el proceso. El sistema de extracción (pescante) es del tipo oblicuo con tope, su accionamiento es manual y no permite un control adecuado, por lo cual de los 6 mm por seguridad se deja de extraer aproximadamente 2 mm.

Para realizar la extracción el operador manipula el mecanismo y visualiza la extracción a través de un visor plomado en forma directa.

Se ha desarrollado un sistema que permitirá mayor rendimiento, disminución de costos y exposición operacional del operador eliminando la posibilidad de contaminar el producto.

---

\* Correspondencia autor: [rmartinez@ipen.gob.pe](mailto:rmartinez@ipen.gob.pe)

Asimismo, se ha desarrollado un sistema vertical de precisión con velocidad variable controlado electrónicamente que permite al operador controlar el posicionamiento del pescante, se modificó el diámetro del recipiente de la solución Madre R.S.M. en la zona de la (F.O.) y se instaló una cámara de video para visualizar el proceso en un monitor.

## 2. Desarrollo experimental

El trabajo se realizó siguiendo los siguientes pasos:

- Diseño de prototipo (Figura 1)
- Fabricación de los componentes
- Pruebas de operación
- Puesta en servicio

A continuación se detalla los componentes principales del sistema desarrollado:



**Figura 1.** Diseño del prototipo.

### 2.1 Modificación del diámetro del RSM

Se ha diseñado y fabricado un recipiente de la solución Madre (RSM) de menor diámetro en la zona de la separación de la F.O. (4,8 cm) obteniendo una altura de 15 mm.

### 2.2 Fabricación

El mecanismo de precisión con control electrónico para el funcionamiento del pescante, este dispositivo permite al operador controlar finamente la extracción eliminando la probabilidad de arrastrar  $^{99}\text{Mo}$  a la columna cromatográfica y la consiguiente contaminación del producto.

### 2.3 Mejoramiento de visualización de la FO del proceso

Se instala una cámara de video, permitiendo al operador visualizar la extracción en detalle a distancia disminuyendo la exposición radiactiva operacional.

## 3. Características del sistema desarrollado

a) Recipiente de la solución madre desarrollado es un frasco de vidrio borosilicatado de 600 mL de volumen el cual se muestra y se compara con el frasco anterior en la Figura 2, se observa el área modificada que corresponde a la zona que ocupa la FO.



**Figura 2.** RSM anterior, RSM modificado.

El mecanismo porta-pescante desarrollado, es del tipo vertical, fabricado de un bloque de acrílico con un mecanismo de resorte y tornillo que presiona el pescante sin romperlo, un controlador electrónico comanda la velocidad de un motor paso a paso, el cual hace girar un tornillo que desplaza verticalmente el soporte de acrílico por dos barras cilíndricas que sirven de guías, el conjunto está montado sobre un mecanismo que permite girar de la posición de reposo a la posición de trabajo mediante un cilindro neumático giratorio que se encuentra al interior de una base que consta de una caja rectangular fabricada en acero inoxidable fijada sobre la mesa de trabajo mediante dos barras de acero.

b) Para la visualización de la FO se instaló una cámara (webcam) dentro del recinto conectado a una PC, permitiendo al operador visualizar en detalle la operación de extracción sin exponerse directamente a la radiación, durante esta etapa del proceso.



**Figura 3.** Sistema de extracción de la FO.

#### 4. Resultados

Las pruebas muestran los siguientes resultados:

- El mecanismo porta-pescante de tipo vertical, permite al operador controlar con precisión la posición del pescante en la extracción de la FO, disminuyendo el riesgo de contaminación por arrastre de  $^{99}\text{Mo}$ .
- La geometría del RSM permite que la FO ocupe una mayor altura  $> 15$  mm, lo cual permite que la fase se visualice mejor, dando mayor facilidad al operador para la extracción precisa de la misma, obteniendo una extracción del 90 % de la FO con respecto al sistema anterior que extraía el 70 %.
- El mayor rendimiento por extracción, disminuye la cantidad de veces requeridas, ahorra el consumo de solvente, tiempo de proceso y consumo de energía.
- La fase orgánica pasa directamente a la columna cromatográfica, eliminando una fase intermedia y evitando un factor de pérdida.
- La mejora de la geometría del RSM y la incorporación de la cámara de video facilita la extracción de la FO, elimina la necesidad del operador de aproximarse al recinto, disminuyendo su exposición operacional a la radiación.
- Se tiene un sistema de operación muy amigable para los operadores.

#### 5. Conclusiones

La construcción del sistema semiautomatizado para la extracción de la fase orgánica en la producción de solución de  $\text{Na}^{99\text{m}}\text{TcO}_4$  ha permitido:

- Mejorar el rendimiento de proceso al extraer mayor volumen por extracción.
- Disminuir las extracciones, ahorrando el uso de solvente, el tiempo del proceso y el consumo de energía.
- Mejorar la precisión y visualización del sistema para extraer la FO disminuyendo la probabilidad de contaminación del producto.
- Reducir la exposición del operador. Se observa la separación remotamente mediante la cámara teniendo una mayor distancia que el sistema anterior.

#### 6. Referencias

- [1]. Manual controlador Festo. Stepper motor controller SEC-ST-48-6-P01. 2003.
- [2]. International Atomic Energy Agency. Radioisotope handling facilities and automation of radioisotope production. IAEA-TECDOC-1430. Austria:Vienna; 2004.
- [3]. Festo. Sistemas de mando. Sistemas bus/periferia eléctrica. [serie en Internet]. Disponible en URL: <http://www.festo.com/ext/es/3584.htm>
- [4]. Karpeles A, Rivero M. Obtención de Soluciones de Pertecneciato ( $\text{Tc-99m}$ ) de alta concentración de actividad. Comisión Nacional de Energía Atómica. Buenos Aires:Argentina; 1973.