

Recuperación del Americio 241 de los pararrayos por tratamiento químico

Walter Cruz^{1,*}, Eduardo Cunya¹, Tommy Pretel²

¹ Planta de Gestión de Residuos Radiactivos, IPEN, Av. Canadá 1470, Lima 41, Perú

² Universidad Nacional de Ingeniería, Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Perú

Resumen

Alrededor del 95 % de los pararrayos instalados en el territorio peruano tienen fijados, en sus estructuras, pequeñas cantidades de fuentes radiactivas como el Americio-241 (^{241}Am), y en menor número Radio-226 (^{226}Ra) que son emisores alfa y que tienen una vida media de 432 y 1600 años, respectivamente. Este trabajo describe la recuperación de la fuente radiactiva de ^{241}Am proveniente de los pararrayos radiactivos empleando el método de tratamiento químico con agentes ácidos. Las fuentes recuperadas serán usadas como generador de partículas alfa para el análisis de muestras mediante Fluorescencia de Rayos X.

Abstract

About 95 % of the lightning rods installed in the Peruvian territory set out in their structures pose small quantities of radioactive sources such as Americium-241 (^{241}Am), and fewer Radium 226 (^{226}Ra) which are alpha emitters and has a half life of 432 and 1600 years, respectively. This paper describes the recovery of radioactive sources of ^{241}Am radioactive lightning rods using the method of chemical treatment with acid agents. The sources will be recovered as a source of alpha particle for XRF analysis.

1. Introducción

Los pararrayos convencionales son conocidos como “Pararrayos Franklin”, estos pueden ser de una o varias puntas siendo los más usados las bayonetas de un sola punta y los tetra-puntuales.

Para incrementar la eficiencia del pararrayo convencional se le añade una pastilla sellada emisora de partículas alfa, esta clase de pararrayos ha sido comercializado desde las décadas de los años 70 y 80. Sin embargo, nuevos estudios demostraron que el comportamiento de los pararrayos radiactivos no es superior a los convencionales tomando en consideración la protección de los trabajadores, su uso tampoco se justifica por el posible incremento de accidentes asociados con el uso de fuentes radiactivas.

El funcionamiento de estos pararrayos radiactivos consiste en el ingreso del aire a la cámara de ionización en la cual es impactado por las partículas alfa que emite el ^{241}Am y provoca la ionización de sus moléculas en forma constante, luego por el efecto turbina se forma un campo semiesférico ionizado altamente conductivo. La fuente de ^{241}Am está depositada en una lámina metálica de oro o plata y que también puede ser una aleación de platino y paladio.

De acuerdo con el inventario general de fuentes radiactivas hay más de 1000 pararrayos radiactivos en el Perú [1].

Los principales objetivos del trabajo técnico son la obtención del ^{241}Am partiendo de las láminas radiactivas que se encuentran en los pararrayos y que a su vez permita, en el futuro, su reutilización como fuente radiactiva para la construcción de un espectrómetro de rayos X portátil, también la reducción de los desechos radiológicos.



Figura 1. Pararrayos radiactivos almacenados en la PGRR.

2. Caracterización

La actividad presente de las fuentes de ^{241}Am

* Correspondencia autor: wacruz@ipen.gob.pe

en los pararrayos radiactivos se relaciona con la zona de protección requerida y puede variar desde 1 a 5 mCi. Actualmente, se tiene almacenados en la Planta de Gestión de Residuos Radiactivos (PGRR) láminas de ^{241}Am con una actividad promedio de 2.38 mCi.

Las dimensiones de las láminas de ^{241}Am son en promedio de 4.5 cm de ancho, 2.0 cm de largo y 1 mm de espesor.



Figura 2. Pararrayo radiactivo marca THOR.

Tabla 1. Características radiológicas de los radioisótopos usados en los pararrayos.

Radioisótopo	Vida	Energía
	media (años)	Alfa (keV)
Am-241	1,600	5486
Ra-226	440	4784

Tabla 2. Características de las fuentes de ^{241}Am utilizadas.

Marca	Modelo	Serie	Actividad	
			(GBq)	(mCi)
THOR	T-100	257	0,55	1,92
THOR	T-100	288	0,55	1,92
THOR	T-100	289	0,55	1,92
Total			1,65	5,76

3. Procedimiento

- Retiro de los portadores de láminas de los pararrayos.
- Retiro de las láminas conteniendo el ^{241}Am de los portadores.
- Selección visual de las láminas de ^{241}Am (se descartó aquellas que estaban corroidas y oxidadas).
- Descomposición de las láminas de ^{241}Am por calentamiento en medio ácido con HNO_3 5.0 mol/L (50 mL).
- Remoción por gravedad y lavado con HNO_3 5.0 mol/L del residuo resultante.
- Adición de HCl 0.5 mol/L a la solución remanente (hasta la precipitación total de

plata).

g. Remoción por gravedad y lavado con HCl 0.5 mol/L del precipitado.

h. Evaporación total de la solución.

i. Disolución con agua purificada hasta 5.0 mL del residuo resultante.



Figura 3. Láminas de Am-241 con sus Portadores.

4. Aplicación

Esta actividad posibilitó la producción de una fuente de excitación para su adecuación posterior en un espectrómetro(s) de Fluorescencia de Rayos X [2], que normalmente emplea una actividad típica entre 1 a 10 mCi, rango de acuerdo con el usado en espectrómetros portátiles de FRX.

La fuente de ^{241}Am recuperada debe tener un espesor fino para que la partícula cargada cruce a través de la fuente sin pérdida significativa de energía. La técnica de electroplateado o electro deposición hace posible preparar un depósito uniforme y de espesor fino con buena adherencia en una forma rápida y segura.



Figura 4. Solución de Am-241.

Por poseer una gran electronegatividad, los actínidos pueden depositarse como metal de forma incompleta usando soluciones acuosas, pero parcialmente en cátodos de mercurio. La electrolisis en un cátodo de mercurio es eficiente para remover impurezas como cromo, cobre, hierro, manganeso, plomo, plata y cinc desde una solución de cloruro de

Americio (III). La literatura científica reporta la electro deposición de películas adherentes de hidróxido de Americio desde sales de cloro en cátodos inertes. Rendimientos alrededor de 80 % a 100 % fueron obtenidos usando diferentes cantidades de ácido; sin embargo, el mejor resultado fue alcanzado con una solución de cloruro de amonio 5 mol/L con un rendimiento de 92 % [3].

5. Evaluación

Con el presente método se alcanza el mayor rendimiento de ^{241}Am de acuerdo con el proceso descrito, buscando una optimización de los distintas variables y parámetros del proceso como son la diferencia de potencial aplicada a la celda de electrodeposición, la intensidad de corriente inicial establecida por la fuente de alimentación, la temperatura de la solución, tiempo de descomposición y cantidad de agente ácido.

Para cuantificar la cantidad de ^{241}Am recuperado será necesario realizar un análisis de espectrometría a la solución resultante con el detector de espectrometría alfa. Con ello se establecerá el rendimiento de la recuperación de dicha fuente.

Los procedimientos de trabajo se desarrollan de acuerdo con la supervisión del oficial de radioprotección de la División de Gestión de Residuos Radiactivos.

6. Precauciones

6.1 Contaminación externa

En caso de manipulación inadecuada de las láminas metálicas que contienen el material radiactivo.

6.2 Manipulación

Los procedimientos deberán ser realizados por personal de laboratorio licenciado evitando el contacto directo (usar guantes). Asimismo, no se deberá tocar las láminas metálicas fijadas a los discos que contienen el material radiactivo.

En caso de ingestión o inhalación total por la pérdida de la hermeticidad de la fuente radiactiva, la dosis interna será elevada.

7. Resultados

Descripción del ensayo; Análisis de

Radiactividad por Espectrometría Gamma según la Norma Estándar ANSI N42.14-1991 con una incertidumbre expandida (IE) del 95% y un factor de ponderación $K=2$ [4].

Tabla 3. Resultados obtenidos de ensayo de radiactividad.

N°	Código Muestra	Radio Nuclido	Actividad Promedio	Unidades
01	M1010-019 Vial 20 ml	Am-241	1.2E+04	Bq/ml
02	M1010-021 Plancheta	Am-241	9.6E-01	Bq

8. Conclusiones y Recomendaciones

Se debe establecer una normativa o reglamento que obligue a las instituciones a nivel nacional, sobre todo a las privadas, la proscripción para el uso de pararrayos radiactivos por los problemas radiológicos expuestos.

La recuperación de ^{241}Am por tratamiento químico es una muy buena opción para la reutilización adecuada y segura en la espectrometría de rayos-X.

9. Referencias

- [1] Díaz María. Inventario de pararrayos. En: Instituto Peruano de Energía Nuclear. Informe N° 017-2004-SERA-PGGR-MADP. Lima: IPEN; 2004.
- [2] Cunya E, Munive M, Olivera P. Evaluación y caracterización de una fuente de Am-241 usada como generador de partículas alfa para el análisis por emisión de rayos-x característicos. En: Instituto Peruano de Energía Nuclear. Informe Científico Tecnológico 2008. Lima: IPEN; 2009. p. 14-18.
- [3] Araujo VP, Sousa ASF, Brandao LEB. Preparation of excitation sources to portable x-ray spectrometer by recovering ^{241}Am from radioactive lightning conductor. En: International Nuclear Atlantic Conference - INAC 2007. Associação Brasileira de Energia Nuclear (ABEN). 2007 Sep 30 - Oct 5; Santos SP, Brazil.
- [4] Osoreo José. Informe de ensayo de radiactividad No. SI (290-291)-2010-PROA. Laboratorio de Centelleo Líquido, Instituto Peruano de Energía Nuclear, Lima.