

OPERACION DE LA INSTALACION PARA PRODUCCION DE Mo-99 PARTIENDO DE PRODUCTOS DE FISION.

R.O.Marqués; P.R.Cristini; D.P.Marziale; E.S.Furnari; H.Fernández.

Dirección de Radioisótopos y Radiaciones. Comisión Nacional de Energía Atómica.

Introducción

El 12 de Agosto de 1985 comienza en el Centro Atómico Ezeiza de la CNEA la puesta en marcha de la Instalación para producción de Mo-99 obtenido por fisión nuclear con el fin de hacer frente a la creciente demanda del mismo, que en la actualidad alcanza los 80 Ci semanales en nuestro país.

Este hecho es el resultado de un proyecto que , en el marco del acuerdo argentino-alemán, permitió la transferencia de la tecnología de producción desarrollada por el Dr. Sameh en el Centro de Investigaciones Nucleares de Karlsruhe.

En la Fig.1 se pueden apreciar las 4 etapas en que se dividió la puesta en operación rutinaria de la instalación hasta la actualidad.

Descripción de las características del proceso

i) Instalación:

La planta está ubicada en un edificio vecino al reactor RA-3, lo que permite un transporte rápido y seguro de los blancos irradiados. Consta de cuatro celdas, dos principales α , β , γ blindadas con 20 cm de plomo y las otras dos auxiliares, de menores dimensiones, con 10 cm de plomo. En su interior se encuentran las cajas estancas de acero inoxidable 316L recubiertas con pintura epoxi, en las que se lleva a cabo el proceso de producción.

En la parte inferior de las celdas, bajo las cajas, se encuentran los tanques destinados a la gestión de residuos líquidos y gaseosos que se detallará más adelante.

ii) Blancos y condiciones de irradiación:

Los blancos son placas con un núcleo de aleación Al/U (UAl_x) con U-235 enriquecido al 90% recubierto por laminación con aluminio. Cada placa contiene alrededor de 1 g de U-235 y 13 g de aluminio, siendo sus dimensiones: 13 cm de largo, 3,5 cm de ancho y

- 1º ETAPA: PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACION
- * SISTEMA DE IRRADIACION
 - * SISTEMA DE TRANSPORTE DE BLANCOS IRRADIADOS
 - * ETAPAS DE PROCESAMIENTO
- 2º ETAPA: PRODUCCION NO COMERCIAL Y CARACTERIZACION DEL PRODUCTO FINAL (Mo-99)
- * PUREZA RADIONUCLEIDICA
 - * CARACTERISTICAS QUIMICAS Y PUREZA RADIOQUIMICA
- 3º ETAPA: EMPLEO DEL Mo-99 EN PRODUCCION DE GENERADORES (PRODUCCION NO COMERCIAL)
- * COMPORTAMIENTO DEL Mo-99 DE FISION EN COLUMNAS DE ALUMINA
 - * CARACTERISTICAS DEL Tc-99m ELUIDO
 - * EFICIENCIA DEL GENERADOR Y RENDIMIENTO
- 4º ETAPA: PRODUCCION RUTINARIA
- * PRODUCCION SEMANAL DE Mo-99
 - * GESTION DE RESIDUOS LIQUIDOS
 - * DISOLUCION DE U-235 IRRADIADO Y POSTERIOR PURIFICACION

TODAS ESTAS ETAPAS INVOLUCRAN EL LICENCIAMIENTO DEL PERSONAL Y EVALUACION DE LA DOCUMENTACION POR PARTE DE LA AUTORIDAD LICENCIANTE.

0,15 cm de espesor.

Las placas son irradiadas durante 5 días completos en el núcleo del RA-3 con un flujo de 3×10^{13} n/cm²seg. y 16 horas de enfriamiento en la pileta del reactor.

El traslado a las celdas de proceso se realiza con un blindaje autopropulsado de 23 cm de espesor de plomo especialmente diseñado y construido. El interior del blindaje permite una adecuada disipación de calor, admitiendo un cartucho portaplacas estanco donde se colocan los blancos.

El ingreso a celda se realiza a través de un sistema de doble puerta "LA CALHENE" que se ha modificado.

iii) Separación del Mo:

Las placas irradiadas se someten a una disolución alcalina en caliente en un equipo especialmente diseñado ubicado en la primera celda principal. El hidrógeno y los gases de fisión liberados son conducidos por una corriente de nitrógeno a través de los sistemas de gestión de gases.

Finalizada la disolución, previo enfriamiento, se filtra a través de una placa de acero sinterizado, quedando como residuos insolubles diuranatos, UO₂, Ru, Zr, Nb y Lantanidos.

El filtrado, que contiene el Mo junto con aluminato, I, Te, metales alcalinos y alcalino térreos, se pasa a través de una primera columna de resina de intercambio iónico donde se retiene el Mo. En esta etapa del proceso se tiene previsto la separación de I-131. Las pruebas efectuadas son auspiciosas y en la actualidad se está realizando la puesta a punto en celda de un equipo para tal fin. El Mo se eluye en medio amoniacal hacia la segunda celda, donde se compleja con tiocianato formando MoO(SCN)₄⁻.

El siguiente paso es el pasaje del complejo a través de una resina aniónica, reteniendo el Mo que se eluye con solución de NaOH a 50°C. La tercera etapa de purificación es una repetición de la anterior en iguales condiciones, para garantizar la pureza del producto final.

Finalmente se ajusta el pH del eluido a 3,5 y se carga en una columna de alúmina que retiene el Mo, se lava con HNO₃ diluido (pH 3), luego con agua y por último se eluye con NH₃ 1M obteniéndose

se $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ como producto final en un volumen de 30 ml.

Todo el proceso se realiza en condiciones de depresión para evitar el escape de gases de fisión. La circulación de líquidos se logra por diferencia de presión o bien empleando bombas pulsantes.

A causa de las dificultades para obtener elementos importados fue necesario reemplazar equipos y válvulas construidas en tantalio o acero por similares de materiales, como PVC o polietileno diseñados y contruidos especialmente.

Gestión de Residuos

a) Gaseosos:

El hidrógeno producido en la disolución pasa a través de un sistema de óxido cúprico a 400°C donde es convertido en agua. El resto de los gases de fisión arrastrado con nitrógeno se almacenan en 4 tanques evacuados de 100 l durante una semana, luego se los transfiere a otros 4 tanques de 100 l con carbón activado permaneciendo otra semana (estos 8 tanques son de acero inoxidable y se encuentran bajo las celdas). Por último se los pasa a 5 tanques de 89 l con carbón activado sobre el techo de las celdas para finalmente conducirlos al sistema de ventilación. En la actualidad se realizan estudios para separar el Xe-133.

Los gases producidos en la segunda celda permanecen una semana en un tanque de 100 l bajo la misma luego son derivados a la ventilación a través de 4 tanques de 80 l con carbón activado.

En el sótano del local se encuentran 14 columnas de 200 l con carbón activado que actúan en serie o en paralelo y son las que reciben el aire de ventilación de celdas que pasa finalmente por una chimenea hacia el exterior. Todos los tanques y columnas son de acero inoxidable.

b) Sólidos:

Son retirados de celda a través del sistema Padirac de origen francés, e incluyen columnas de resina, conectores rápidos, mangueras, etc.

c) Líquidos:

Los de alta actividad (aprox. 3,5 l por proceso) se recogen en 2 tanques de acero de 100 l bajo la celda y los de media (aprox 11 l)

en 5 tanques del mismo material y volumen, lo que permite en ambos casos 5 meses de decaimiento antes de ser cementados en tanques estancos de 200 l para su almacenaje.

Rendimiento y pureza del producto final

Rendimiento	80% (Según programa Origen del ORNL)		
Actividad específica	$3,7 \times 10^{14}$ Bq/g		
Concentración de actividad	$3,7 \times 10^{10}$ Bq/ml		
Pureza radioquímica	Mo-99 como $\text{MoO}_4^{=}$ 99%		
Pureza radionucleídica	I-131	10 ppm	Te-132/I-132 0,1ppm
	Ru-103	20 ppm	Ce-141 N.D
	Nb-95	1 ppm	Ba-140/La-140 N.D
	Zr-95	0,1 ppm	10 ppm

El Mo obtenido se emplea en la actualidad en la producción de Generadores de Mo-99/Tc-99m con actividades de 1 Ci con excelentes resultados.

Recuperación de Uranio

En el curso de este año se comenzó con el proceso de recuperación de Uranio, diseñándose un equipo para transferir el precipitado de los filtros mediante su disolución con carbonato de sodio. Se encaró el tratamiento del uranio irradiado acumulado luego de 40 procesos de producción (aprox. 50 g).

En la actualidad la instalación está siendo ampliada lo que permitirá seguir adelante con la recuperación de uranio, implementar la separación de Iodo y Xenón y adicionar una etapa más de purificación del molibdeno por sublimación, lo que redundará en una mejor calidad del producto.