

Incidencia del pH en la separación química de Cesio-137 en desechos radiactivos líquidos

Mario Mallaupoma¹ mmallaupoma@ipen.gob.pe, Ludwig Guiop¹

¹ Instituto Peruano de Energía Nuclear. Dirección General de Seguridad Radiológica
Av. Canadá 1470 - Lima 41- Perú.

Resumen

La técnica de tratamiento químico para separar elementos radiactivos de interés radiosanitario en un desecho líquido es muy utilizado a nivel internacional. Sin embargo, existen algunos elementos radiactivos que por sus características químicas, presentan mayores dificultades. Uno de estos elementos lo constituye el Cesio-137. En el caso del centro Nuclear RACSO, el análisis de seguridad correspondiente realizado para la obtención de su licencia de operación, considera como un escenario, que durante la operación normal del reactor se pudieran presentar algunas fisuras en los elementos combustibles que conllevarían a la liberación de una pequeña cantidad de productos de fisión, dentro de los cuales está considerado el Cesio 137. Este elemento es de mucho interés radiosanitario tanto por la toxicidad que presenta así como por su período de semidesintegración. Por esta razón, se desarrolló un trabajo de investigación que permita encontrar las condiciones más adecuadas para lograr la separación del Cesio 137 de los elementos radiactivos presentes en un desecho radiactivo líquido. En el presente trabajo se muestra los resultados de la variación del pH en la separación del contaminante a través del factor de descontaminación.

Palabras claves: Precipitación Química, Decantación, Factor de Descontaminación, Productos de Fisión, Cesio 137

1. Introducción

El tratamiento químico de desechos radiactivos líquidos permite reducir su volumen en una apreciable cantidad. Asimismo, permite la separación de interés radiosanitario.

La selección de un sistema de tratamiento para residuos líquidos, depende en sumo grado de las propiedades radiológicas, físicas y químicas del residuo, del volumen y frecuencia de generación; así mismo es importante conocer estas propiedades, con respecto a las condiciones de operación en planta y las condiciones proyectadas para el corto y mediano plazo. Los resultados de estas propiedades, involucra una serie de decisiones, relacionada a diversos factores tales como características de los procesamientos disponibles, costos, almacenamientos intermedios y disposición.

2. Metodología

Para el trabajo experimental se utilizó la

técnica de precipitación química de separación de radionucleidos de interés radiosanitario como es el caso del Cesio 137.

Precipitación Química

Los procesos de precipitación química son métodos bien establecidos para la remoción de actividades de baja y media actividad. Estos métodos son particularmente atractivos para el tratamiento de grandes volúmenes de efluentes líquidos conteniendo concentraciones relativamente bajas de especies activas.

Debido a la baja concentración de radionucleidos en los residuos líquidos (usualmente varias p.p.m.) debe usarse un portador para conseguir una precipitación efectiva. Como norma, los isótopos estables de los radionucleidos a ser precipitados se usan como portadores pero también con comportamientos químicos similares. Además de ser precipitados, los radionucleidos pueden absorberse sobre las superficies de los sólidos formados durante el tratamiento químico. Especialmente la

precipitación de hidróxidos voluminosos conduce a la coprecipitación de varios radionucleidos.

Los radionucleidos pueden también separarse mediante sales mixtas que contengan un catión que interactúe con los radionucleidos, es el caso de la precipitación de cesio mediante ferrocianuros metálicos. El mecanismo es complicado pero puede describirse como un tipo de intercambio iónico.

En general, puede decirse que la descontaminación mediante precipitación química raramente ocurre por un mecanismo único. Todos los efectos ocurren juntos, debido a que en la mayoría de los residuos líquidos coexisten diversos radionucleidos y en distintas concentraciones, junto con iones no radiactivos.

Ajuste de pH

El ajuste de pH puede emplearse ventajosamente algunas veces en el tratamiento de residuos que contienen iones complejos metálicos, con el propósito de disociar el complejo. Además, puede emplearse para modificar las especies iónicas presentes en una corriente de residuos. Esta operación puede influir en la selección de agentes precipitantes y en las condiciones de operación usadas en el proceso.

Tratamientos Específico del cesio-137

No hay un agente precipitante universal para todos los radionucleidos. En su lugar, los métodos específicos de precipitación deben ser aplicados a cada nucleido o grupo de nucleidos que tengan comportamientos químicos similares. Puesto que la solubilidad de las sales también depende de la concentración del ión hidronio de la solución, es particularmente importante que durante la precipitación se determine el pH con precisión. Las técnicas específicas de precipitación han sido desarrolladas para nucleidos específicos, además presenta los valores de pH requeridos y los factores de descontaminación (FD) para el proceso.

En el caso del cesio-134 y cesio-137 su precipitación es un problema. La técnica empleada con mayor frecuencia es la precipitación con ferrocianuros de níquel, cobre, cobalto, cinc, etc. Los ferrocianuros metálicos se producen a partir del hexacianoferrato de potasio y sales metálicas tales como los sulfatos o nitratos.

El método requiere una determinación precisa del pH. El rango de pH más ventajoso tiene que ser determinado, teniendo en cuenta

las características del desecho líquido a tratar. Otro aspecto que se tiene que analizar es la presencia de agentes complejos que pueden alterar la precipitación.

Procedimiento experimental

Para realizar la separación del cesio se utilizó el siguiente material y reactivos químicos:

- 1) A un vaso de 200 ml agregar, las soluciones:
Solución radiactiva (Cs-137.)
Cloruro de Cesio (CsCl), 2 E - 03 M
Hidróxido de sodio (NaOH), para regular el pH
Ferrocianuro de potasio (K₄[Fe(CN)₆]), 0,5 M
Sulfato de níquel (NiSO₄), 0,75 M
- 2) Se ajustó el volumen a 100 mL
- 3) Se agitó por espacio de 5 a 10 minutos.
- 4) Se dejó en reposo 24 horas.
- 5) Se tomó 50 ml de solución y se midió su concentración.
- 6) Se halló el factor de descontaminación para cada pH

Para cada concentración se repitió la experiencia seis veces y se procedió a graficar el valor promedio de cada experiencia.

Tabla 1. Resultados del factor de descontaminación.

CONCENTRACION INICIAL (Bq / mL)	pH										
	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12
8.51E-01	8	19	20	33	33	59	58	2	19	3	
4.29E+00	0	23	16	14	0	72	34	88	8	29	6
4.29E+01	8	29	19	17	9	30	33	93	3	43	9
1.16E+03	0	30	0	14	3	35	12	95	2	49	8

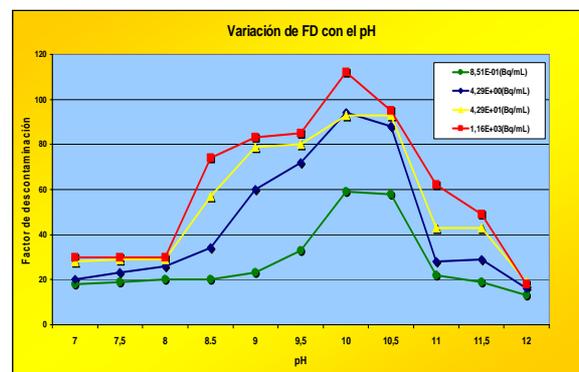


Figura 1. Comportamiento del FD en función del pH.

3. Resultados

En la tabla 1 se muestran los resultados del factor de descontaminación obtenidos. En la Figura 1 puede observarse que el valor máximo se alcanza a un pH 10. De igual modo, puede observarse que existe una influencia de la concentración del contaminante.

Cuando se encuentra muy diluido el factor de descontaminación disminuye. De todas formas el factor de descontaminación obtenido es relativamente bajo aunque es el orden de magnitud que se obtiene por la técnica empleada.

4. Conclusiones

El mayor factor de descontaminación se obtuvo para una concentración mayor de $1,16E+03$ Bq/ml y para un pH 10.

Se observa que el factor de descontaminación se incrementa, para las diferentes concentraciones utilizadas, hasta un determinado valor de pH aproximado de 10 y luego, empieza a decrecer.

5. Bibliografía

[1] Gompper, K. *Treatment of Liquid Radioactive Wastes*. Karlsruhe Nuclear Research Center, Karlsruhe, Germany.

[2] International Atomic Energy Agency. *Chemical precipitation processes for the treatment of aqueous radioactive waste*. TRS N° 337. 1995, Vienna, Austria.

[3] Mallaupoma, M. *La gestión de desechos radiactivos en el Centro Nuclear RACSO*. Informe Técnico, Instituto Peruano de Energía Nuclear, Lima, Perú.