

FUNCIONAMIENTO DE UN CICLO COMPLETO DE EXTRACCIÓN POR SOLVENTES BAJO LAS CONDICIONES DEL PROCESO IMPUREX

Andaur C., Falcón M., Granatelli F., Russo A., Vaccaro J. y Gauna A.

Comisión Nacional de Energía Atómica - Centro Atómico Ezeiza.
Unidad de Actividad Materiales y Combustibles Nucleares.

En el presente trabajo se describe una serie de experiencias realizadas en el Laboratorio de Extracción por Solventes localizado en el Centro Atómico Ezeiza y perteneciente a la Unidad de Actividad Materiales y Combustibles Nucleares. Las experiencias tuvieron como tema principal la puesta en marcha y operación de un ciclo completo de extracción de uranio por solvente, aplicando el proceso IMPUREX.

El IMPUREX (sigla para IMproved PUREX) es un proceso avanzado para la descontaminación conjunta de uranio y plutonio que excluye su separación posterior. El mismo se caracteriza por emplear una acidez alta (5 M en HNO_3) y una temperatura de alrededor de 60°C en la etapa de extracción donde la solución nítrica acuosa de uranio es despojada de éste por acción del TBP (extractante orgánico específico para el uranio y el plutonio), y acidez baja y temperatura ambiente en la etapa de desextracción donde el uranio pasa otra vez a fase acuosa, libre ya de productos de fisión.

Bajo estas condiciones se mejora mucho la eficiencia de separación entre el uranio y los productos de fisión, además de evitar la acumulación de plutonio en las etapas de extracción y lavado, situación que haría críticamente insegura la instalación. Su implementación en el país se justificaría en el caso de la utilización de ciclos sinérgicos, como el aprovechamiento de un combustible agotado de uranio enriquecido en reactores de uranio natural.

El desarrollo de este proceso encarado en el Laboratorio de Extracción por Solventes abarca tres etapas:

- Desarrollo en frío. Incluyendo desarrollo de equipos y pruebas fluidodinámicas de los mismos, estudio del comportamiento físico químico de las soluciones a emplear, simulación de corridas de extracción por computadora, etc.
- Desarrollo con trazadores. Incluyendo análisis teórico previo y corrida experimental en laboratorio.
- Desarrollo en caliente. Incluyendo montaje de la instalación y operación de la misma en celdas calientes.

El trabajo actual se encuentra enmarcado dentro de la primera y segunda etapa, aunque lo referido a la segunda etapa aún se encuentra en un estado teórico. Para el trabajo en laboratorio se dispone de mezcladores - decantadores desarrollados en el sector cuyas características fueron detalladas en reuniones anteriores, pero que consisten fundamentalmente en el empleo de una combinación adecuada de materiales como el polietileno de alta densidad y vidrio templado, que lo convierten en un equipo apto para operar en celdas calientes, y la utilización de pulsos de aire para la circulación y agitación.

Al carecer de partes móviles y teniendo en cuenta la buena resistencia de los materiales al ataque de la radioactividad y los solventes y reactivos utilizados, queda garantizado el funcionamiento de los equipos por largos períodos de tiempo en forma continua sin o con prácticamente ningún mantenimiento.

DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN:

El ciclo instalado se compone esquemáticamente de una sección de extracción y lavado que tiene lugar dentro de uno de los mezcladores - decantadores y otra de desextracción que se desarrolla en otro mezclador - decantador de similares características. Ambos equipos están conectados en un arreglo en cascada para adaptarse a la operación en una planta continua. El equipo de extracción es mantenido a 60 °C mediante una resistencia eléctrica plana instalada en la base del mezclador - decantador controlado por un termostato. Para controlar el frente de alta concentración de uranio en el equipo de extracción y lavado se aplica un lazo de control automático basado en la determinación de la concentración por espectrometría de absorción molecular. El elemento sensor está compuesto de un arreglo de fibras ópticas instalado en una determinada etapa del equipo de extracción que se toma arbitrariamente como límite de avance del frente.

La instalación completa está pensada para ensamblarse en forma de módulos compactos, que aseguren un fácil y seguro montaje remoto como puede ser el caso de trabajar dentro de una celda caliente. El desarrollo del diseño final aún no ha sido completado, pero los avances alcanzados permiten apreciar la factibilidad de realización de los objetivos planteados.

Las corrientes de alimentación son dosificadas utilizando bombas de diafragma de escala de laboratorio que están conectadas al sistema de control. Se dispone además de un sistema de dosificación por pulsos de vacío desarrollado en el sector, sin partes móviles cuyas características están adaptadas para su empleo en celdas calientes. Mediante el software de control es posible modificar el ancho y duración de los pulsos de bombeo, permitiendo la regulación del caudal de alimentación según sea la concentración de uranio en el mezclador - decantador de extracción y lavado. El software empleado en el control ha sido también desarrollado y mantenido en el sector.

Siguiendo las etapas planteadas en el desarrollo del proceso, se hicieron experiencias con cócteles sintéticos no activos para observar la influencia de elementos característicos entre los productos de fisión sobre el comportamiento fluidodinámico del sistema solvente - solución acuosa de uranio. Posteriormente a las pruebas con cócteles no activos mencionadas se han diseñado experiencias para trabajar con trazadores activos en el equipo. De este manera se podrá estudiar el comportamiento de los distintos radioisótopos dentro del equipo de extracción empleando detectores apropiados.

La instalación permite operar con distintas configuraciones desde el punto de vista del lazo de control, puesto que el mismo es suficientemente versátil como para ser aplicado tanto en la etapa de extracción como en la etapa de desextracción con cambios

mínimos de los parámetros programables. Aprovechando esta característica se ha operado la misma en ambos regímenes con éxito.

RESULTADOS EXPERIMENTALES:

Se tabulan a continuación las condiciones en las que fueron realizadas las experiencias y los resultados de las mismas.

Mezclador – Decantador de Extracción			
Corriente	Concentración		Caudal
	U [g/l]	HNO ₃ [M]	[ml/h]
Alimentación	222,7	4,9	150
Lavado	0	2,0	50
Extractante	0	0,1	240 - 400*

Mezclador – Decantador de Desextracción			
Corriente	Concentración		Caudal
	U [g/l. solvente]	HNO ₃ [M]	[ml/h]
Alimentación	55	0,1	240-400*
Desextractante	0	0,05	500

* Variable de acuerdo a la acción del lazo de control.

Tabla 1. Condiciones de entrada de las corrientes a los equipos.

Como puede verse comparando los valores de caudal, la fase orgánica extractante que ingresa a primer mezclador-decantador, es la que corresponde a la alimentación del segundo mezclador-decantador. Esta corriente viaja de un equipo al otro por gravedad puesto que los mismos están montados uno a continuación del otro con un desnivel vertical de aproximadamente 15 cm.

El lazo de control actuando sobre el primer equipo, es decir el de extracción, se operó dentro del siguiente rango:

Concentración [g/l]	Caudal [ml/h]
17	400
10	240

Tabla 2. Límites inferior y superior de acción del lazo de control.

Se realizaron las mediciones en la etapa 3 del equipo de extracción. Se fijó en 300 s el tiempo para la componente derivativa del controlador (Delta).

A lo largo de las experiencias, ambos equipos presentaron un funcionamiento estable con buena agitación y separación de las fases.

La eficiencia de los mismos tanto en extracción como en desextracción resultó ser aceptable. La etapa más desfavorable presenta una eficiencia del 80% siendo superior a este valor en las demás etapas.

La formación de emulsiones o mezclas de fases acuosas y orgánicas medianamente estables o de difícil coalescencia en algunas etapas de los equipos, trajo aparejadas dificultades en la operación de la instalación aunque sin llegar a bloquear la misma en ningún momento en forma total.