

INCINERACIÓN VERSUS GENERACIÓN ELÉCTRICA EN LOS TRANSMUTADORES NUCLEARES

SOLANILLA, Roberto
Crissol@peoples.com.ar

RESUMEN

Los sistemas ADS (sigla abreviada de “Accelerator Driven System”) o Transmutadores Nucleares conformados a partir del acoplamiento de un Reactor Nuclear - preferentemente subcrítico con una fuente externa de neutrones de espalación-con un Acelerador de partículas elementales-particularmente protones de energía del orden de los GeV que impactando en un blanco producen los neutrones de espalación-han sido concebidos como un medio alternativo para tratar los mal llamados Residuos Nucleares contenidos en los Elementos Combustibles descargados de las Centrales Nucleares actuales.

Los Transuránico(TRU) o Actínidos y los Productos de Fisión de larga vida media (PFLVM) generados en dichos combustibles a base de una matriz de óxido de uranio, luego de la separación química y/o física necesaria para aislar los diferentes Nucleídos contenidos , son transmutados en estos sistemas ADS transformandolos en otros que tienen una intensidad y duración del impacto radiológico menor que los originales (aun considerando el inventario final que incluye los nuevos productos de la irradiación del combustible del reactor subcrítico).

El estudio y desarrollo de estos sistemas ha despertado un gran interes en el campo de la I&D en países como los de la Unión Europea como así también por EEUU, Japón, Federación Rusa etc. y Organizaciones internacionales como la IAEA(que ha creado una sección que trata específicamente ese tema). De continuar ese desarrollo,es de esperar en el mediano plazo el fortalecimiento de una visión optimista en cuanto a las posibilidades de esta nueva tecnología para enfrentar con éxito el desafío que plantea el manejo adecuado de los Residuos de Alta Actividad y de esa forma facilitar la consolidación definitiva de la opción Nuclear.

Estos Sistemas Nucleares alimentados por haces de protones de alta energía además de transmutar los Nucleídos de larga vida mediante la transformación de los Actínidos en productos de fisión de vida media mucho mas baja o la transformación de los PFLV M en elementos estables (base del concepto ATW:Accelerator driven for Transmutation of Radiative Waste de los laboratorios de Los Alamos y otros ,desarrollados para reducir el stock de plutonio almacenado) son productores de Energía Térmica / Eléctrica (objetivo prioritario del otro concepto llamado EA- Energy Amplifier - en desarrollo en Europa) con una ganancia neta (o relación entre la energía producida por el sistema debido al proceso de fisión y la necesaria para alimentar el Acelerador) que depende del sistema ADS elegido y que podría alcanzar un rendimiento neto tal que invitaría a considerar -al menos teóricamente-el reemplazo de las Usinas Núcleo Eléctricas actuales.

El propósito de *esta comunicación* es la de mostrar mediante cálculos exploratorios que utilizan representaciones por cierto simplificadas las características esenciales que deberían poseer estos Sistemas para comportarse fundamentalmente como Transmutadores o como Generadores de Energía.

Se han considerado dos tipos de Sistemas Nucleares: El primero del tipo “continuous fluid-fuel reactor” desarrollado por el Profesor Weinberg llamado MSBR: Molten Salt Thermal Breeder Reactor que operó con éxito en la década del 60 en el laboratorio de Oak Ridge, es un reactor térmico subcrítico con carga /descarga del combustible continua .El otro Sistema es uno constituido por un Reactor Nuclear Rápido subcrítico con recambio discontinuo(del tipo del EA desarrollado por el Profesor Rubia y otros en Europa) .

En ambos casos se considera una cobertura o “blanket” constituido por el TRU a irradiar y distintas intensidades de la fuente de neutrones adicionales por espalación por medio de la variación del nivel de la potencia específica en el reactor .La duración del ciclo del combustible varia consiguientemente. El ciclo del Thorio-U233,que es el elegido, ofrece la posibilidad de generar el U233 , material fisionable tan eficiente como el U235 o el Plutonio y además los productos de fision generados presentan una actividad menor que la del Uranio al menos hasta los primeros 1000 años de decaimiento natural. Se ha supuesto el ciclo en equilibrio y adosado al “núcleo “del reactor una carga de TRU y algunos elegidos PFVLM correspondientes a la descarga anual del combustible quemado por un Parque compuesto por mas de un reactor tipo PWR moderno con alrededor 30 tn de uranio descargados anualmente conteniendo 330 Kilogramos de Plutonio y otros Actínidos y 1.25 Kg. de PFVL por año y por unidad.

El cálculo simplificado usado en este estudio,considera una formulación a multigrupos-espacial (Teoria de difusión) para la generación de la s.e.m. con espectros en energia del tipo de los reactores considerados y omite las contribuciones de los neutrones de mas de 10 Mev . La evolución isotópica ,que se ejecuta con el bien conocido código Origen adaptado a estos cálculos , representa con gran detalle las cadenas radiactivas y son computadas como asi tambien el “quemado” sin considerar la variación espacial ,efectos de autoblandajes y a sólo un grupo condensado,utilizando las s.e.m. calculadas en el paso anterior.Los pocos productos radioactivos resultante de la Espalación y que quedan en el blanco de plomo del Acelerador, no son considerados.

De los resultados obtenidos se destaca la gran influencia de la intensidad del haz de protones del acelerador y de la economía neutrónica del reactor en la eficiencia de la transmutación y de la generación eléctrica de estos sistemas ADS .

Cuando la intensidad del haz de protones aumenta , el flujo de neutrones para un nivel de subcriticidad dado, crece también y la transmutación medida por la perdida o consumo anual en masa de los Actínidos del Residuo (el Plutonio en particular) y la incineración de los PFLVM se hace mas eficiente(como ejemplo en un reactor rápido y con una densidad de potencia de 135 Mw/t y longitud del ciclo de mas de 3.6años, ese factor para el Pu alcanza,de acuerdo a estas evaluaciones , un valor cercano al 16%/año en un ciclo-que corresponderia en una primera aproximación, a la destrucción, en un año de funcionamiento del Transmutador ,de la masa de TRU y PFLVM descargados anualmente de un sólo Reactor del Parque Nucleoeléctrico considerado - mientras que si incrementamos en 15 veces el flujo neutrónico, ese factor se incrementa en 12 veces.) . Por el contrario la fracción de la energía eléctrica producida que es necesaria para alimentar el Acelerador aumenta en un factor 4, disminuyendo de esa forma la potencialidad como AE.

La eficiencia en la transmutación depende también de la economía neutrónica.Este estudio destaca la influencia de la remoción continuo del veneno neutrónico Protactinio(b1) producido por captura neutrónica del Thorio y el agregado del isótopo

U233 (b2) a la línea del combustible líquido en el reactor del tipo MSBR. Estos cálculos confirman que solamente con la incorporación de un tratamiento de separación isotópica en la línea sería posible alcanzar factores de multiplicación neutrónica aproximadamente constantes (Gráfica adjunta) y por lo tanto altos rendimientos para la transmutación en esos Sistemas equipado con un reactor nuclear térmico de ese tipo.-

