

Dosimetría del Irradiador Industrial JS-6500 para la irradiación de probetas de PVC

Castañeda Facio Adalí¹, Carrasco Abrego Héctor², Martínez Pardo Ma. Esther³

1.- Centro de Investigación en Química Aplicada

2.- Gerencia de Ciencias Ambientales

3.- Gerencia de Aplicaciones Nucleares en la Salud



MX0300176

Resumen

Se realizó la dosimetría del irradiador JS-6500 AECL, fuera de los carriles de transportación industrial, para conocer la distribución de dosis, así como su rapidez de dosis, ésto con la intención de exponer a radiación gamma probetas de PVC plastificado y evaluar su entrecruzamiento y/o degradación.

Este estudio de dosimetría se llevó a cabo mediante una evaluación teórica y experimental en atmósfera de aire. Los resultados permitieron conocer las condiciones de irradiación de la probetas de PVC, además de que demuestran que no hay diferencia significativa entre los resultados obtenidos tanto teórica como experimentalmente, debido a que el resultado obtenido en la evaluación teórica es de 2.62 kGy/h y para el caso de la evaluación experimental es de 2.74 kGy/h.

Introducción

En la actualidad los polímeros que se utilizan como aislamiento de cables y alambres eléctricos para aplicaciones específicas, requieren de propiedades mecánicas y eléctricas superiores a las que se obtienen por métodos convencionales. En particular, es deseable que un aislamiento sometido a temperatura elevada producida por una descarga eléctrica no se funda. Estas propiedades se obtienen mediante el uso de radiación electromagnética que altera la naturaleza física y química del polímero, desarrollando estructuras entrecruzadas con altas temperaturas de fusión, mayor resistencia tensil y química¹. El PVC es uno de los materiales más estudiados en cuanto a los efectos inducidos por las radiaciones ionizantes²; en esta investigación se desea conocer el comportamiento del PVC expuesto a radiación gamma en atmósferas inerte y oxidativa a diferentes dosis.

Por esta razón es necesario realizar dosimetría fuera de los carriles de transportación, para conocer previamente la rapidez de dosis en el punto de irradiación, además de determinar las condiciones para establecer el diseño de irradiación y una distribución de dosis homogénea.

Este estudio se realizó por dos métodos, uno es la evaluación teórica que se obtiene mediante el programa de cómputo AUTVAO³ el cual proporciona la rapidez de dosis para un punto o un campo, en cualquier posición dentro de la cámara de irradiación vacía, sin los mecanismos de transportación. La evaluación experimental se efectuó empleando dosímetros de acrílico rojo L8-C1⁴

Metodología

Para la dosimetría se preparó una prueba en el portamuestras con dos probetas de PVC, colocándose 4 dosímetros distribuidos como se indica en la figura 1, uno se encuentra en el exterior del contenedor, otro al frente del portamuestras, uno en medio y otro en la parte posterior. Las probetas se colocaron en la parte frontal y en la parte posterior del portamuestras tomando en cuenta el frente de la fuente. El portamuestras se fijó en el centro del contenedor de aluminio, construido en el ININ para este propósito, marcándose por fuera del contenedor el frente del portamuestras. El contenedor se fija a un soporte de madera, que a su vez, se fija a la estructura de transportación que hay dentro de la cámara de irradiación del irradiador JS-6500. El frente del contenedor debe quedar frente a la fuente. El tiempo de irradiación fue de 8.0825 h, tiempo calculado previamente.

Una vez que se cumplió el tiempo de irradiación, se retiró el contenedor del irradiador y de este los dosímetros para medir su absorbancia en unidades arbitrarias, en los lectores de dosímetros BC-2 (AECL) series 008-3 (520) y 008-2 (524); la dosis en kGy se obtiene en las tablas diseñadas para estos casos.

Haciendo las mediciones correspondientes, se obtuvieron las coordenadas para cada dosímetro, tomando en cuenta las dimensiones del portamuestras, del contenedor y las distancias que hay entre la fuente y el contenedor. Las coordenadas a las que quedaron los dosímetros, en este caso con la superficie frente a la fuente, altura (eje Z), diámetro del portamuestras (eje Y) y distancia a la fuente (eje X).

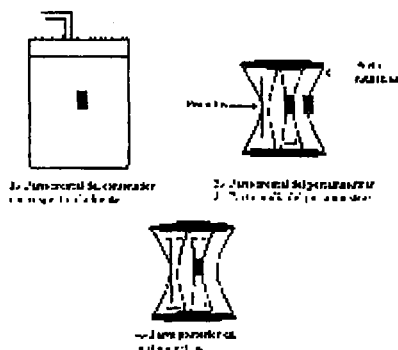


Fig. 1 Ubicación de los dosímetros

La fecha de irradiación de la prueba fue el 7 de mayo del 2002 por lo tanto el cálculo se realizó para la misma fecha, en donde la actividad de la fuente fue de 291.2×10^{10} PBq, (619,248,3 Ci.)

Resultados

Como ya se mencionó anteriormente para la determinación de Y se toma en cuenta el diámetro de la parte central del portamuestras, de éste se deduce que el valor para el dosímetro que se encuentra en medio es de 0.028 m, en el caso de los dosímetros exterior, frontal y posterior es de 0 m.

Para X, considerando que la distancia del centro de la fuente a la pared es de 1.82 m y la distancia del contenedor a la pared es de 0.66 m, (ver Fig 2) entonces la diferencia que es de 1.15 m, es la distancia del dosímetro exterior a la fuente (Fig. 2).

En el caso del dosímetro frontal se considera la distancia entre el contenedor y el dosímetro frontal (Fig. 2) dando como resultado aproximado 1.20 m. Para el dosímetro medio se suma el radio del portamuestras dando como resultado, también aproximado, de 1.23 m y lo mismo suce-

de con el dosímetro posterior que en este caso se suma el diámetro del portamuestras y se obtiene 1.26 m (Fig. 2). La coordenada Z fue 0.24 m.

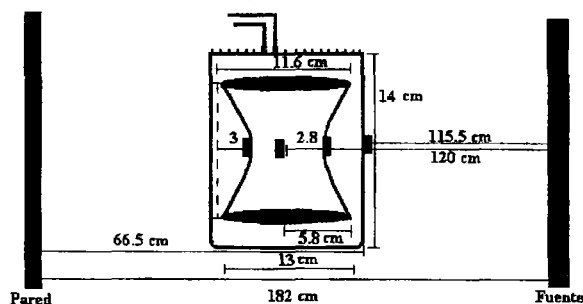


Fig. 2. Esquema del eje X para los cuatro dosímetros

Para el caso de la rapidez de dosis teórica, se utilizan las mismas coordenadas para cada dosímetro. La rapidez de dosis teórica se obtiene mediante el programa AUTV0, la experimental se obtiene para cada dosímetro dividiendo la dosis de las tablas entre el tiempo de irradiación.

Se debe mencionar que la rapidez de dosis de la fuente se atenúa un 30% al pasar por los contenedores de productos industriales, por lo que el valor calculado debe ajustarse en este porcentaje. Los resultados de la rapidez de dosis teórica con los ajustes correspondientes se muestran en la tabla 1.

Tabla 1.- Rapidez de dosis teórica	
Dosímetro	kGy/h
Exterior	3.01
Frontal	2.71
Medio	2.61
Posterior	2.56

Es importante mencionar que la evaluación dosimétrica experimental se realizó con el contenedor en atmósfera de aire y los resultados se muestran en la tabla 2.

Tabla 2.- Rapidez de dosis experimental	
Dosímetro	kGy/h
Exterior	3.37
Frontal	3.06
Medio	2.85
Posterior	2.31

Conclusiones

El promedio de los resultados de la evaluación teórica del contenedor fué de 2.62 kGy/h y el de la evaluación experimental de 2.74 kGy/h sin giro, indicando que no hay diferencia significativa entre el resultado teórico y el experimental.

Según los resultados obtenidos se demuestra una diferencia significativa entre los dosímetros exterior y posterior para ambas dosimetrías, indicando que la distribución de dosis en el contenedor no es muy homogénea y en este caso se hace necesario el rotar el contenedor 90° cada cuarta parte del tiempo de irradiación, pero por cuestiones prácticas se decidió rotar el contenedor 180° a la mitad del tiempo de exposición para homogenizar la dosis en las probetas de PVC.

El uso del programa de cómputo permite estimar la rapidez de dosis del irradiador industrial en cualquier momento y es útil para hacer un cálculo aproximado de tiempo requerido de acuerdo a la dosis que se desea. Para el

caso de esta investigación la dosimetría sirve para la determinación de los tiempos de irradiación de las probetas de PVC para las dosis que se requerían.

Referencias

- 1.- *Enciclopedia of Chemical Technology, "Radiation Curing", Vol. 19 (1980)*
- 2.- *Dole Malcom, "The Radiation Chemistry of Macromolecules", Vol. 1, Ed., ACADEMIC PRESS, INC., (1972)*
- 3.- *Carrasco Ábrego Héctor, "Cálculo Teórico de la intensidad de Radiación Gamma en el Irradiador JS-6500", (2002)*
- 4.- *Carrasco Ábrego Héctor, "Evaluación Dosimétrica del Irradiador Industrial JS-6500 para la Irradiación de Placas de Polietileno en Atmósfera de Argón", (2001)*

Agradecimientos

Dpto. del Irradiador de Gamma, y al proyecto del CONACYT con CIQA