

# Lección 11

## Monitorización de gases nobles en el lugar de trabajo



**IAEA**

International Atomic Energy Agency

# Monitorización de gases nobles

- La técnica.
- Equipos.
- Ejemplos de monitores de gases nobles.
- Calibración, pruebas y verificación.
- Factores que influyen en la medición de la actividad volumétrica.

# Monitorización de gases nobles

- Los gases nobles radiactivos más importantes que se producen en los reactores nucleares son:
  - Producto de activación:  $^{41}\text{Ar}$ ,
  - Productos de fisión:  $^{85}\text{Kr}$ ,  $^{85\text{m}}\text{Kr}$ ,  $^{87}\text{Kr}$ ,  $^{88}\text{Kr}$ ,  $^{133}\text{Xe}$ ,  $^{133\text{m}}\text{Xe}$ ,  $^{135}\text{Xe}$  y  $^{138}\text{Xe}$ .
- Los gases nobles son liberados por barras de combustible debido a la pérdida de contención y pueden ser liberados en el ambiente de trabajo.
- Los gases nobles son inertes e insolubles y causan una dosis externa debido a la inmersión.

# La técnica

- Los gases nobles no pueden ser retenidos por los filtros o borboteadores pero pueden ser retenidos mediante técnicas criogénicas.
- En el monitoreo en tiempo real la muestra de aire pasa a través de una celda de medición.
- La celda de medición puede ser el propio detector, por ejemplo, una cámara de ionización o un contador proporcional o una celda de muestreo equipada con un centelleador de plástico.

# La técnica

- La radiación gamma de fondo es compensada por un detector sellado idéntico a la celda (célula) de medición.
- La lectura puede ser directa o se puede hacer después del tratamiento por software para compensar la actividad del radón y para mejorar el límite de detección del instrumento.
- Las mediciones deben proporcionarse en unidades derivadas (p. ej., Bq/m<sup>3</sup>).

# El equipo

# El equipo

Un típico monitor de gas noble consiste en:

- Un circuito de muestreo de aire;
- una celda de medición;
- un detector próximo dedicado a la compensación de la tasa de kerma-en-aire de la radiación gamma de fondo;
- un software de procesamiento de datos;
- un dispositivo de alarma (Bq total o Bq/m<sup>3</sup>).

# Consideraciones al elegir el equipo

Para evitar errores en la medición del gas noble, el circuito de muestreo debe incluir antes de la celda de medición:

- Un separador de agua;
- un prefiltro para retener aerosoles;
- un cartucho de carbón activado para retener yodo\*

# Consideraciones al elegir el equipo

- La celda de medición debe estar equipada con un dispositivo de medición de presión para verificar que la presión esté en el rango normal de funcionamiento.
- Debe elegirse el equipo en función de su límite de detección y del tiempo de respuesta necesario para cada caso en particular.
- El criterio más importante para seleccionar la ubicación del cabezal de muestreo es la representatividad de la muestra.

# Circuito de muestreo de aire

- Si el detector no está directamente instalado en el área de interés, se puede muestrear y extraer el gas del área controlada hacia la celda de medición.
- En este caso, se debe tener en cuenta el tiempo de demora entre el punto de muestreo y la celda de medición debido a la corta vida media de los isótopos.
- Los gases nobles no son retenidos ni eliminados en las paredes de la línea de muestreo.

# Ejemplos de monitores de gases nobles

## Celda de medición con diodo de silicio o detector de centelleo

### Ventajas:

- monitor de tamaño pequeño;
- límite de detección inferior bajo: una cámara de 100 ml tiene un límite de detección similar al de una cámara de ionización de 10 litros;
- utilizable con alta radiación de fondo de rayos gamma debido al pequeño tamaño y a la posibilidad de blindaje eficiente sin peso excesivo, y
- baja influencia en la sensibilidad a la variación de temperatura.

## Celda de medición con diodo de silicio o detector de centelleo

### Ventajas:

- insensible a la humedad;
- bajo costo, y
- bajos costo inicial y de mantenimiento.

### Limitaciones:

- sensible a la presión: la medición es proporcional a la presión dentro de la cámara, y
- interferencia del fondo gamma; el detector debe estar blindado.

## Celda de medición con diodo de silicio o detector de centelleo

Tenga cuidado de verificar:

- la eficiencia de detección;
- calibración del dispositivo de medición de la presión, y
- obstrucción del filtro de entrada.

# Cámara de ionización

## Ventajas:

- bajo costo de mantenimiento y
- monitoreo continuo de gases nobles.

## Limitaciones:

- Celda de medición de la cámara de ionización más grande que el detector de diodos de silicio, y
- límite inferior de detección alto, inclusive con un volumen razonable.



Cortesía: Doza

# Cámara de ionización

## Limitaciones:

- Utilizable sólo cuando el fondo de radiación gamma es bajo.
- Debido al tamaño del detector es bastante difícil instalar un blindaje.
- Sensible a la temperatura ambiente.

# Cámara de ionización

## Limitaciones:

- sensible a la presión: la medición es proporcional al cuadrado de la presión;
- muy sensible a la humedad: es necesario incluir un separador de agua en la entrada de la celda, y
- sensible a campos electromagnéticos: las cámaras grandes deben ser protegidas eléctricamente.

# Cámara de ionización

Tenga cuidado de verificar:

- la eficiencia de detección;
- calibración del dispositivo de medición de presión;
- obstrucción del prefiltro, y
- el vaciamiento del separador de agua (deshumidificador).

# Contador proporcional de flujo continuo

## Ventajas:

- detector pequeño;
- debido al pequeño tamaño, el detector puede ser fácilmente blindado, y
- bajo costo de mantenimiento.



Cortesía: Thermo scientific

# Contador proporcional de flujo continuo

Limitaciones:

- baja eficiencia;
- sensible a los cambios de temperatura y presión, y
- sensible a la humedad.

# Contador proporcional de flujo continuo

Tenga cuidado de verificar:

- la eficiencia de detección;
- calibración del dispositivo de medición de presión;
- obstrucción del prefiltro, y
- el vaciamiento del separador de agua (deshumidificador).

# Ejemplos de monitores de gas noble modernos



Detector: HPGe



Detector: cámara de ionización de flujo continuo

# Calibración, pruebas y verificación

# Pruebas de aptitud (type tests) y certificados (MMTR)

- Como se indica en la norma IEC 60761-1, el fabricante proporcionará un certificado con la siguiente información:
  - el gas noble radiactivo o gases para los que se diseña el equipo;
  - tipo de detector y características generales;

# Informe de ensayo y certificados (MMTR)

Continuación....

- respuesta en función de la actividad volumétrica por unidad en condiciones de referencia;
- respuesta a la fuente de verificación, y
- respuesta a los otros gases radiactivos.

# Calibración y verificación

- Todo instrumento de monitoreo debe tener un certificado de calibración válido antes de ser usado.
- Las pruebas de funcionamiento deben ser definidas por el fabricante y por lo general incluyen la verificación de la eficiencia de detección con la misma fuente radiactiva a intervalos regulares.
- El dispositivo de medición de presión debe verificarse a intervalos de tiempo regulares comparando con un instrumento de medición de presión calibrado.

# Factores que influyen en la medición de actividad volumétrica

## Factores que influyen en la medición de actividad volumétrica

La determinación de la actividad volumétrica de los gases nobles puede ser influenciado por tres parámetros:

- La mezcla de gases nobles;
- la presión del gas dentro de la celda de medición, y
- la presencia de radón. El fabricante debe indicar la influencia de radón y otros gases radiactivos en la medición.

# Presión del gas

- La respuesta se ajusta normalmente para la temperatura y la presión del aire en la entrada del monitor.
- Muchos fabricantes de instrumentos no miden estos parámetros en la celda de medición. Por lo tanto, la medición puede ser incorrecta debido a la diferencia entre la presión dentro de la celda de medición y la presión del aire en el ambiente de trabajo.

**Muchas gracias por  
vuestra atención y...**

**SE ABRE EL DEBATE**