

LA GESTION DE DESECHOS RADIACTIVOS Y EL Y2K

MEDIDAS DE SEGURIDAD

POR ERNST WARNECKE

Los sistemas informatizados se usan ampliamente en la gestión de desechos radiactivos, por ejemplo, durante la explotación de las instalaciones y el proceso de datos. La gravedad y magnitud posibles de las cuestiones del Y2K impiden garantizar la adopción de medidas encaminadas a mantener la seguridad operacional en todo momento.

Los fallos de los sistemas informatizados, normalmente se resuelven mediante el enfoque común de la seguridad, por ejemplo, proporcionando diversidad y redundancia. En el caso de las cuestiones del Y2K, tal vez no sea posible confiar en este enfoque porque un sistema de apoyo, que puede haber sido instalado para evitar fallos, también podría dejar de funcionar y producirse entonces el llamado "fallo de causa común". Por consiguiente, las cuestiones del Y2K deben evaluarse en las instalaciones de gestión de desechos. Afortunadamente, en la gestión de desechos radiactivos, la respuesta de un proceso o actividad ante un fallo será, en muchos casos, lenta, lo que dará mayor margen de tiempo para resolver el problema antes de que se produzcan consecuencias radiológicas. Esta característica del proceso puede tenerse en cuenta al abordar los problemas del Y2K, pero no justifica que se pasen por alto.

Aunque dirigido, en lo fundamental, a las centrales nucleares, el documento de orientación principal del OIEA para lograr la preparación para el Y2K describe métodos que pueden aplicarse,

en gran medida, a otras instalaciones nucleares y a muchas instalaciones industriales. El documento aborda, en particular, la evaluación del problema, las medidas correctoras, la planificación de imprevistos y las consideraciones en materia de reglamentación. Además, dicho documento está redactado de forma tal que pueden abarcarse los problemas del Y2K, propios de instalaciones complejas.

En la gestión de desechos radiactivos, los tipos de instalaciones y actividades pueden ser muy diversos: desde la vitrificación de los desechos de actividad alta, obtenidos del reprocesamiento, hasta el almacenamiento de desintegración de desechos procedentes de la aplicación, con fines médicos, de radionucleidos de período corto. Asimismo, la necesidad y el uso de las computadoras en las diferentes instalaciones y actividades de gestión de desechos radiactivos son muy diversos, ya que pueden incluir desde los procesos totalmente computarizados hasta la ausencia total de aplicaciones de computadora, sobre todo, en procesos o pasos sencillos de la gestión de desechos radiactivos. En sus actividades dirigidas a ayudar a los Estados Miembros, el OIEA se ha concentrado en proporcionar orientación sobre la vulnerabilidad de las instalaciones y actividades de gestión de desechos radiactivos al problema Y2K, en apoyo a los esfuerzos nacionales encaminados a prepararse para el Y2K.

Tipos de desechos. La gestión de desechos radiactivos entraña

una amplia variedad de materiales, procesos y actividades en una diversidad igualmente amplia de instalaciones de diferentes edades y complejidades. Algunos de los procesos son continuos, mientras otros se realizan en tandas o por manipulación mecánica. Esos procesos se pueden controlar u ordenar por secuencias de forma automática, pero, con frecuencia, dada su lentitud, se apoyan en el personal o hacen un gran uso de éste para ejecutar una operación.

A los efectos de su tratamiento, los desechos radiactivos suelen clasificarse atendiendo a su forma física (gaseosos, líquidos y sólidos) y al peligro radiológico que suponen (desechos de actividad alta o desechos de actividad baja e intermedia). Debido a su composición química, los desechos radiactivos pueden presentar propiedades no radiológicas, por ejemplo, desprender calor, ser pirofóricos, o generar hidrógeno. Esos factores, y el acondicionamiento que hayan recibido o no, determinarán el posible peligro propio del desecho radiactivo.

EVALUACION DE LOS PROCESOS

Por lo general, los procesos de gestión de desechos radiactivos y la producción de bultos de desechos se diseñan de forma muy especializada para cumplir los requisitos nacionales, reglamentarios y de los usuarios.

El Sr. Warnecke es funcionario de la División de Seguridad Radiológica y de los Desechos, del OIEA.

Además, el equipo y la explotación de la planta dependerán muchísimo de características, como el tipo y la cantidad de desechos radiactivos que se tratarán, y de si el proceso objeto de estudio es una instalación de investigación, un proceso auxiliar o una instalación independiente de tratamiento de desechos. En vista de esta gran variedad de instalaciones y actividades y de los diferentes peligros que pueden entrañar los desechos radiactivos, debe aplicarse un enfoque sistemático para determinar los tipos de desechos y los procesos que pueden ser susceptibles al problema Y2K.

Por tanto, sólo pueden darse orientaciones generales. En la práctica, los explotadores de plantas supervisados por el órgano regulador, deben evaluar cada instalación o actividad, teniendo en cuenta todas las características de los sistemas de procesos y control respectivos. El análisis de la seguridad (que ya debe existir en cada instalación como base de su procedimiento de concesión de licencias) servirá de fundamento para evaluar las cuestiones del Y2K en lo tocante a los peligros conexos y a las posibles consecuencias de los fallos y los riesgos propios de la explotación de la instalación correspondiente.

Cuando se trata de los sistemas informatizados de las instalaciones, es muy probable que su fallo se haya considerado como parte del análisis de la seguridad. Ahora bien, es improbable que se haya abordado el "fallo de causa común" asociado al problema Y2K. Por ende, las investigaciones del problema Y2K deberán centrarse en el control de procesos pertinente para la seguridad u otro equipo que utilice las funciones relativas a fechas y horas. Para obtener conocimientos fiables y completos, es

importante contar con información del proveedor y verificarla, lo que pudiera ser indispensable en muchos casos.

Vitrificación. La vitrificación es un proceso comúnmente empleado para convertir las soluciones obtenidas del reprocesamiento de los desechos de actividad alta procedentes del reprocesamiento del combustible gastado en una forma estable apropiada para su almacenamiento y disposición final. Las características importantes de esos procesos son los altos niveles de radiación, la correspondiente generación de calor, las elevadas temperaturas del proceso de fusión, y la gran volatilidad de algunos de los radionucleidos presentes en esos desechos.

Para lograr la seguridad operacional, es indispensable una adecuada interacción del equipo de control, medición y alarma. Un fallo del equipo de tratamiento o una avería de los sistemas de control puede provocar flujos tecnológicos o productos que no satisfacen las especificaciones establecidas. Las inestabilidades o desviaciones de los parámetros del proceso, como el suministro de energía eléctrica al equipo, pueden dar lugar a composiciones de vidrio que no cumplan las especificaciones, y a coladas que pudieran afectar la estabilidad a largo plazo del producto. El desbordamiento del crisol o silo puede contaminar las celdas y las instalaciones. De producirse fallos en el proceso de soldadura de las tapas, no podría garantizarse la hermeticidad de los recipientes de desechos. El funcionamiento defectuoso de los sistemas de tratamiento de gases puede causar una recuperación insuficiente de los radionucleidos volátiles y de sustancias químicas tóxicas, como el NOx, y la consiguiente emisión al medio ambiente.

Al abordar el problema Y2K en relación con este proceso,

deberá darse prioridad a los sistemas informatizados que pudieran provocar fallos en el sistema de tratamiento de gases, desbordamiento del crisol o el silo, y productos de vidrio que no cumplan las especificaciones.

Acondicionamiento del combustible gastado. El acondicionamiento del combustible gastado, declarado como desecho, es la alternativa al reprocesamiento y posterior vitrificación de los desechos de actividad alta, obtenidos del reprocesamiento. En este proceso se realizan, fundamentalmente, actividades de reenvasado que suelen ser puramente mecánicas y que no deben afectar la integridad de las barras de combustible. Si se toman precauciones para impedir cualquier daño a la integridad de las barras de combustible en caso de un funcionamiento defectuoso del sistema, no cabe esperar que se planteen problemas de seguridad en relación con las cuestiones del Y2K. No se prevé que ninguna instalación de acondicionamiento del combustible gastado esté funcionando en la fecha crítica del año 2000.

Bituminización. El proceso de bituminización se emplea ampliamente para inmovilizar los desechos radiactivos procedentes de las instalaciones del ciclo del combustible, incluidas centrales nucleares e instalaciones de reprocesamiento. Por lo general, los desechos de actividad baja e intermedia y de composición diversa general, se inmovilizan con betún.

Los fallos pudieran provocar formas de desecho de betún que no cumplan las especificaciones establecidas. Un fallo en el sistema de tratamiento de gases puede dar lugar a una recuperación insuficiente de radionucleidos. El control de la temperatura es imprescindible para evitar incendios u otras reacciones térmicas durante la extru-

sión y el llenado de los contenedores, lo que pudiera contaminar la instalación.

Al abordar las cuestiones del Y2K en relación con este proceso, deberá asignarse prioridad a los sistemas informatizados que pudieran causar fallos en el control de la temperatura, el sistema de tratamiento de gases y el ajuste de la alimentación, así como tasas incorrectas del flujo de alimentación-betún.

Incineración. La incineración es un proceso eficaz para reducir el volumen de desechos radiactivos orgánicos en forma líquida y sólida. Para una combustión total se requieren temperaturas de hasta 1200°C, una dosis adecuada de la alimentación, y un sistema eficiente de tratamiento de gases, capaz de retener los radionucleidos y los compuestos químicos tóxicos, en particular, no sólo las dioxinas, sino también el cloruro de hidrógeno, el SO₂ y el NO_x.

La falta de control de la temperatura y de las dosis de alimentación puede derivar en productos de ceniza que no se ajusten a las especificaciones establecidas, así como en reacciones exotérmicas no controladas que pueden afectar el funcionamiento adecuado del sistema de tratamiento de gases. Esos fallos pueden liberar sustancias radiactivas y compuestos químicos corrosivos y tóxicos al medio ambiente.

Al abordar las cuestiones del Y2K en relación con este proceso, deberá otorgarse prioridad a los sistemas informatizados que pudieran provocar fallos en el control de la temperatura, el flujo de alimentación y los sistemas de tratamiento de gases.

Desecación. La desecación se utiliza para extraer los líquidos o la humedad de los desechos radiactivos sólidos. También se emplea para solidificar las soluciones o suspensiones de desechos radiactivos a fin de obtener productos sólidos. La electrici-

dad, el vapor u otros medios pueden proporcionar la energía térmica necesaria. La aplicación del vacío puede permitir la desecación a temperaturas más bajas para hacer que los compuestos sensibles al calor no se degraden con el tiempo. El vapor que se desprenda del proceso de desecación se condensará. Se instalan sistemas de ventilación y de tratamiento de gases para evitar cualquier liberación inaceptable al medio ambiente e impedir que se produzcan concentraciones peligrosas de aire o gases que puedan desatar reacciones exotérmicas.

Los fallos en el control de los parámetros pertinentes de este proceso pueden provocar que los productos no satisfagan las especificaciones. Las averías en los sistemas de ventilación y tratamiento de gases por recalentamiento, incendio o explosión pudieran provocar emisiones de radionucleidos al medio ambiente y contaminación de la instalación.

Al abordar las cuestiones del Y2K en relación con este proceso, deberá darse prioridad a los sistemas informatizados que pudieran causar fallos en el control de la temperatura, el flujo de alimentación y los sistemas de tratamiento de gases.

Cementación. La cementación es el proceso de empleo más generalizado para inmovilizar los desechos sólidos y líquidos de actividad baja e intermedia, procedentes de casi todos los tipos de instalaciones nucleares. Se utiliza una amplia diversidad de procesos de cementación: desde los manuales hasta los muy automatizados, y desde los operados directamente hasta los teledirigidos. Los desechos radiactivos en estudio varían desde sustancias casi no contaminadas hasta componentes muy contaminados o activados con los niveles de radiación correspondientes.

Según el tipo de desecho radiactivo, se aplican diferentes

procesos. En el caso de los desechos radiactivos sólidos (por ejemplo, estructuras, chatarra o componentes de procesos que han quedado fuera de servicio), el material puede colocarse sencillamente en un contenedor, por ejemplo, en un bidón, y cubrirse con cemento u hormigón para llenar el espacio existente entre los sólidos con material matriz.

Los desechos radiactivos líquidos o productos de la precipitación suelen mezclarse, en forma de lechada, en el cemento para lograr productos homogéneos. Los pasos que se siguen en la cementación de esos desechos varían grandemente según el tipo de proceso aplicado.

En casi todos los casos, las posibilidades de que se produzcan reacciones exotérmicas, incendios o explosiones, son pocas. La emisión de sustancias peligrosas o radionucleidos suspendidos en el aire tampoco es significativa. Sólo las estructuras provenientes del reprocesamiento del combustible gastado son propensas a la autoignición y deben mantenerse bajo agua hasta someterlos a un tratamiento ulterior. Las bajas temperaturas y la índole fundamentalmente mecánica de los pasos del proceso, así como su sencillez, garantizan que la cementación pueda aplicarse sin mucho riesgo. Una dosis incorrecta de alimentación y de material matriz puede dar lugar a productos que no se ajusten a las especificaciones, si se producen fallos de los componentes o de los dispositivos de control. En esos casos, por ejemplo, el producto tal vez no tenga las propiedades mecánicas previstas o incluso quizás no se solidifique.

Al abordar las cuestiones del Y2K en el proceso de cementación, deberá darse prioridad a los sistemas informatizados que pudieran provocar fallos en el control de la composición química y en la relación alimentación/matriz.

Compactación. La compactación se aplica a una amplia diversidad de desechos radiactivos sólidos. Estos desechos que, a la larga, van a parar a cápsulas o bidones, se colocan en el tubo de la prensa y se compactan con gran fuerza hasta reducirlos a una pastilla. La humedad asociada al desecho radiactivo se extrae y se recoge. No existen riesgos específicos relacionados con este proceso mientras no se compacten materiales explosivos, pirofóricos o igualmente peligrosos. No pueden determinarse características de seguridad importantes que sean susceptibles al Y2K.

La situación es diferente cuando se compactan estructuras de aleaciones de circonio procedentes del reprocesamiento del combustible gastado. En este caso, al abordar las cuestiones del Y2K, deberá prestarse atención al sistema de inertización para evitar el riesgo de una posible autoignición que tal vez afecte los sistemas de ventilación y de tratamiento de gases. Los fallos pudieran provocar una contaminación de la instalación o una emisión de radionucleidos al medio ambiente.

Otros procesos. En la gestión de desechos radiactivos, los procesos de evaporación, intercambio iónico y precipitación pueden aplicarse como pasos que forman parte del enfoque general del procesamiento de los desechos radiactivos líquidos. Los problemas de seguridad causados por un fallo del equipo pudieran ser la corrosión del propio equipo, el riesgo de reacciones exotérmicas o las liberaciones de gases radiolíticos en presencia de material orgánico.

Al abordar las cuestiones del Y2K, deberá prestarse atención a los procesos térmicos para el tratamiento de desechos y otorgar prioridad a los sistemas informa-

tizados que controlan la temperatura y el contenido orgánico en la corriente de desechos radiactivos.

ALMACENAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL

Las instalaciones de almacenamiento pueden contener desechos radiactivos no acondicionados en forma líquida o sólida, en espera de su tratamiento ulterior. Dado el carácter estático del proceso de almacenamiento no se operan cambios de volumen ni de forma en los desechos y, por ende, sólo pueden presentarse riesgos como resultado de las propiedades inherentes de los desechos radiactivos almacenados. Los desechos radiactivos líquidos que contienen sólidos dispersos pueden ser susceptibles a la sedimentación de esos sólidos, que tal vez sean muy difíciles de extraer del tanque de almacenamiento.

Por consiguiente, según el tipo de desecho radiactivo, deberá prestarse atención a:

- la ventilación para impedir incendios o mezclas explosivas de aire/gas o concentraciones inaceptables de sustancias corrosivas;
- los sistemas de enfriamiento para impedir cambios en la composición química, temperaturas demasiado elevadas o concentraciones críticas debidas a la evaporación de la solución;
- la inertización del sistema; y
- los sistemas de agitación o de pulsaciones para obtener soluciones homogéneas y evitar la acumulación de sólidos dispersos.

El almacenamiento de los desechos radiactivos acondicionados suele hacerse en bultos de desechos que se diseñan con ese propósito y se verifican para cumplir los requisitos de almacenamiento. El único tipo de desecho que requiere otras consideraciones es el

desecho sólido de actividad alta que genera calor. En todos los casos conocidos, esos desechos se almacenan utilizando sistemas pasivos de enfriamiento con convección natural, que no dependen de sistemas activos.

Al abordar las cuestiones del Y2K en el almacenamiento de desechos radiactivos, deberá asignarse prioridad a los sistemas informatizados que controlan los componentes activos de la instalación de almacenamiento y que revisten importancia para la seguridad, como la ventilación obligatoria, la inertización y la agitación o pulsación de soluciones y los sistemas de vigilancia de los desechos radiactivos almacenados.

Instalaciones de disposición final. Los desechos radiactivos que deben evacuarse de manera permanente y las respectivas instalaciones de disposición final, se diseñan y construyen de modo que funcionen en condiciones de seguridad. En particular, pueden permanecer desatendidos sin necesidad de adoptar medidas activas de seguridad por largo tiempo. No se prevén escenarios creíbles de exposición a las radiaciones ni emisiones de radionucleidos al medio ambiente ocasionadas por las cuestiones del Y2K.

DESCARGAS Y DISPENSAS

Las descargas se refieren a la emisión de radionucleidos al medio ambiente dentro de los límites reglamentarios. La dispensa se refiere a la liberación de desechos del control reglamentario en concentraciones o cantidades de radionucleidos tan bajas, que cualesquiera posibles exposiciones a las radiaciones conexas son trivialmente insignificantes.

La descarga de sustancias gaseosas al medio ambiente

como parte de la explotación normal de la planta se lleva a cabo con respecto al funcionamiento de ésta y su sistema de tratamiento de gases.

Ya se ha destacado la importancia de los sistemas de tratamiento de gases en relación con la evaluación de las instalaciones de tratamiento de desechos radiactivos.

Las descargas de líquidos al medio ambiente marino, ríos, o sistemas de alcantarillado, por lo general, se hacen por tandas, después de un cuidadoso análisis de la solución y de verificar que se cumplen los requisitos reglamentarios. El diseño y la construcción deben prevenir las descargas no intencionales.

En algunos casos, las decisiones en materia de descargas o dispensas se adoptan, por ejemplo, sobre la base de cálculos de la desintegración que, en esas situaciones, dependen de la fecha y pueden estar equivocados debido a las cuestiones del Y2K, por lo que pudieran conducir a descargas o dispensas inaceptables.

Al abordar las cuestiones del Y2K con respecto a las descargas y las dispensas, deberá darse prioridad a los sistemas informatizados que se usan para realizar los cálculos de la desintegración u otros tipos similares de cálculos de los inventarios de radionucleidos presentes en los desechos.

VIGILANCIA Y ANALISIS

Además de la participación directa de los sistemas informatizados en el control en línea de las actividades o instalaciones de gestión de desechos radiactivos, las computadoras se utilizan en la vigilancia y el análisis de los procesos fuera de línea. Se compilan, utilizan y almacenan datos sobre todos los aspectos de los procesos de gestión de desechos radiacti-

vos, incluidos los registros del inventario de desechos radiactivos, los principales parámetros del comportamiento en determinadas etapas de un proceso, la ubicación de los bultos de desechos dentro de un proceso y dentro de una instalación de almacenamiento o de disposición final. Los datos también se utilizan en cálculos, tales como en las estimaciones de la desintegración, a fin de tomar decisiones sobre la segregación de los desechos. Además, los datos se emplean para realizar la calibración de los instrumentos de medición en línea.

Es esencial velar por la precisión, la validez y la posibilidad de recuperar esos datos para garantizar la seguridad de la gestión de los desechos radiactivos. Cuando se utilizan sistemas informatizados para compilar, calcular y almacenar esa información, existe la posibilidad de que los sistemas informatizados sean vulnerables a las cuestiones del Y2K y el peligro de que los datos se pierdan o se alteren.

Al abordar las cuestiones del Y2K, deberá darse prioridad a los sistemas informatizados que se utilizan fuera de línea para apoyar los procesos de gestión de desechos radiactivos, por ejemplo, en el cálculo y almacenamiento de datos. Deberán evaluarse los sistemas informatizados con respecto a su vulnerabilidad a las cuestiones del Y2K y, cuando se afecten, deberá analizarse la posibilidad de elaborar una estrategia orientada a adoptar medidas correctoras, que garanticen que los datos no se perderán ni se alterarán.

INTERCAMBIO DE EXPERIENCIAS

El presente artículo se basa en las orientaciones más detalladas proporcionadas a las autoridades nacionales por medio

de los documentos técnicos del OIEA —*Safety Measures to Address the Year 2000 Issue at Radioactive Waste Management Facilities y Achieving Y2K Readiness: Basic Processes*— publicados a principios del año en curso.

Por conducto de estas y otras vías, las autoridades nacionales y las organizaciones internacionales competentes han cobrado conciencia de las posibilidades reales de que se produzcan exposiciones radiológicas ocasionadas por las cuestiones del Y2K en las instalaciones de gestión de desechos radiactivos. Se ha exhortado a las autoridades reguladoras de todo el mundo a garantizar que los titulares de certificación y de licencia de instalaciones de gestión de desechos radiactivos emprendan acciones sistemáticas para determinar las instalaciones y actividades mencionadas que puedan verse afectadas por las cuestiones del Y2K y adopten medidas correctoras de conformidad con los documentos de orientación. De ser necesario, las autoridades pueden solicitar apoyo al OIEA para que les preste asistencia a fin de estar preparados para enfrentar el Y2K.

Además, se insta a todas las autoridades nacionales y a los titulares de certificación y licencia de las instalaciones de gestión de desechos radiactivos a que, oportunamente, intercambien información y experiencias sobre las cuestiones del Y2K.

Con objeto de facilitar una mayor cooperación, el OIEA organizó, a principios de julio de 1999, un taller internacional sobre intercambio de información relativa a las medidas de seguridad para hacer frente a las cuestiones del Y2K en las instalaciones de gestión de desechos radiactivos y del ciclo del combustible nuclear. □