

Checoslovaquia:

Perfil del transporte de materiales radiactivos

por J. Štrba

La creciente utilización de la energía atómica en países miembros del Consejo de Asistencia Económica Mutua (CAEM) se ha traducido en un natural aumento de la demanda de transporte de varios tipos de sustancias radiactivas. Este transporte tiene lugar entre países miembros del CAEM y con otros países.

Se transportan diferentes tipos de sustancias radiactivas, incluidos compuestos que contienen pequeñas cantidades de radionucleidos, fuentes radiactivas para diversos usos en la economía de los países miembros del CAEM, así como fuentes radiactivas selladas para irradiadores médicos. También, como resultado de la construcción de centrales nucleoelectricas, en los últimos años ha aumentado el transporte de combustible agotado procedente de centrales de ese tipo de los países miembros del CAEM.

Naturalmente, existen diferentes enfoques de la aplicación y el cumplimiento de todas las precauciones de seguridad durante el transporte de diferentes tipos de sustancias radiactivas. El transporte de compuestos marcados con baja actividad de radionucleidos con fines investigativos o médicos, por ejemplo, se realiza en condiciones diferentes a las del transporte de fuentes de alta actividad o de combustible nuclear agotado.

Reglamento adoptado por los miembros del CAEM

Desde el inicio mismo de esa actividad, los países miembros del CAEM han prestado gran atención a la seguridad en el transporte de los diferentes tipos de sustancias radiactivas. En 1960 se creó la Comisión Permanente del CAEM para la utilización de la energía atómica con fines pacíficos, cuyas actividades abarcarían también la solución de los problemas referidos al transporte seguro de sustancias radiactivas. En los años 60 se elaboraron normas recomendadas por el CAEM para los bultos de transporte, en virtud de un programa de cooperación científico-técnica de los países miembros del CAEM, las cuales fueron sometidas a la aprobación de la Comisión Permanente y posteriormente adoptadas por los países miembros como normas nacionales. Estas normas ya establecidas y aceptadas se basaron en el *Reglamento para el transporte seguro*

de materiales radiactivos, aprobado por el OIEA y publicado en su *Colección Seguridad No. 6*.

Actualmente se está elaborando una nueva norma del CAEM en sustitución de normas obsoletas referentes a los bultos de transporte de sustancias radiactivas. La nueva norma incluirá los requisitos técnicos generales que deben cumplir los bultos de transporte, así como los métodos para su ensayo. Al elaborar esta norma se tomará en cuenta la edición de 1985 del Reglamento del OIEA.

El transporte de sustancias radiactivas por vía férrea entre los países miembros de la "Organización de Colaboración de los Ferrocarriles (OCF)" está contemplado en el "Reglamento para el transporte de sustancias radiactivas", que fue incluido en el Anexo 4 del "Acuerdo sobre el tráfico internacional de mercancías por ferrocarril" (SMGS). Este acuerdo fue firmado por representantes de los servicios ferroviarios de Bulgaria, Checoslovaquia, China, Hungría, Mongolia, Polonia, la República Democrática Alemana, la República Popular Democrática de Corea, Rumania, la URSS y Viet Nam. Este reglamento se basa en el Reglamento del OIEA, y ha estado en vigor desde la revisión efectuada en 1982. El reglamento del SMGS no incluye el transporte de material fisionable y de combustible agotado.

Transporte de combustible agotado —CAEM

En el decenio de 1970, los países miembros del CAEM, con la ayuda de la URSS, emprendieron la construcción en gran escala de estaciones nucleoelectricas equipadas con reactores refrigerados y moderados por agua de 440 megawatts (WWR-440) creados por la URSS. Así surgió el problema de trasladar el combustible agotado de las estaciones nucleoelectricas a las plantas de reelaboración. La solución de los problemas relacionados con el transporte seguro del combustible agotado se confió al Consejo Científico-Técnico No.2 (NTS-2) de la Comisión Permanente del CAEM para la colaboración en la esfera del uso de la energía atómica con fines pacíficos.

Con arreglo a un programa de cooperación científico-técnica entre los países miembros del CAEM, coordinado por el NTS-2, se encontró la solución a una gran cantidad de problemas técnicos referidos al transporte seguro de

El Sr. Štrba es miembro de la Comisión de Energía Atómica de Checoslovaquia.

combustible nuclear agotado. Se elaboró el "Reglamento para el transporte seguro de combustible nuclear irradiado desde las centrales nucleares de los países miembros del CAEM —transporte ferroviario", el cual fue aprobado por la Comisión Permanente para la colaboración en la esfera del uso de la energía atómica con fines pacíficos y aprobado por el Comité Ejecutivo del CAEM en noviembre de 1977*.

El reglamento aprobado define las condiciones básicas que deben cumplirse en la preparación, organización y transporte por ferrocarril del combustible agotado entre los miembros del CAEM. Ese tipo de transporte debe avenirse también a las "Condiciones técnicas para los elementos y conjuntos combustibles agotados de las estaciones nucleoelectricas de los tipos correspondientes", formuladas en virtud de la cooperación científico-técnica entre los países miembros del CAEM y aprobadas por la Comisión Permanente del Consejo para la colaboración en la esfera del uso de la energía atómica con fines pacíficos.

El reglamento establecido y aprobado señala que debe cumplirse el reglamento del OIEA para mantener la protección radiológica y la seguridad nuclear durante la preparación, organización y el transporte de conjuntos combustibles. Al mismo tiempo, el actual reglamento obliga a los miembros del CAEM que participan en el transporte de combustible agotado a garantizar el cumplimiento de los requisitos del Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares (TNP) y del OIEA para efectuar el traslado de materiales nucleares de un país a otro. Debido a que el traslado de combustible agotado se realiza por vía férrea, también deben cumplirse las disposiciones del SMGS.

El reglamento incluye requisitos técnicos aplicables al transporte de combustible agotado, entre ellos condiciones detalladas para el transporte de combustible agotado con indicación de la tasa de dosis equivalente de la radiación en cualquier punto de la superficie exterior del vagón transportador, así como límites para la contaminación radiactiva dispersa de la superficie exterior del vagón.

Además, el reglamento incluye requisitos para escolta y protección física de los envíos. También forman parte integrante del reglamento las medidas organizativas y técnicas para prevenir posibles accidentes y hacer frente a sus consecuencias. El anexo al reglamento contiene una lista de las organizaciones de los diferentes países encargadas de la seguridad nuclear durante el transporte de combustible agotado y responsabilizadas con la coordinación de los problemas del transporte.

También se prepara una segunda parte del actual reglamento, que se referirá al transporte seguro por vías navegables de combustible agotado de las estaciones nucleoelectricas de los países miembros del CAEM y tomará en consideración también el trasbordo a los vagones de ferrocarril. Se hará una revisión del actual reglamento sobre la base de la experiencia acumulada por los países miembros del CAEM durante los últimos años en materia de transporte de combustible agotado por vía férrea. También se tendrá en cuenta la edición de 1985 del Reglamento del OIEA.

La experiencia de Checoslovaquia

La utilización de la energía atómica en la economía nacional de Checoslovaquia ha aumentado la demanda del transporte de sustancias radiactivas.

La utilización de la energía atómica en la economía nacional de Checoslovaquia ha sido especialmente amplia a partir de la firma del "Acuerdo sobre la ayuda de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas a la República de Checoslovaquia en el desarrollo de la investigación de la física del núcleo atómico y la utilización de la energía atómica para las necesidades de la economía nacional". Este año se cumplirá el trigésimo aniversario de la firma de dicho acuerdo.

Los materiales radiactivos y las fuentes de radiación ionizante se utilizan ampliamente en muchos sectores de la industria checoslovaca. Corresponde un lugar especial a la medicina, en la que se utilizan tanto los compuestos marcados con baja actividad de radionucleidos como poderosas fuentes de radiación ionizante. Checoslovaquia cuenta con varios centenares de instituciones de investigación científica, instalaciones médicas y empresas industriales que utilizan sustancias radiactivas para sus propósitos científicos, terapéuticos y de fabricación.

Entre las instituciones que producen compuestos marcados o diversas fuentes radiactivas en Checoslovaquia se encuentran:

- El Instituto para la Investigación, Producción y Aplicación de Radisótopos, Praga (IIPPR)
- El Instituto de Investigación Nuclear, Řež, cerca de Praga (IYaI)
- El Instituto de Radioecología y Utilización de la Tecnología Nuclear, Košice (IRIYaT).

En general, los compuestos radiactivos o los radionucleidos necesarios para la producción de compuestos marcados o fuentes radiactivas se importan. Más de la mitad de las expediciones proceden de la URSS y otros países miembros del CAEM. En el cuadro anexo se muestra la cantidad de expediciones de compuestos radiactivos o radionucleidos en forma de fuentes radiactivas selladas y no selladas procedentes de proveedores extranjeros.

Todas las expediciones de sustancias radiactivas que llegan a Checoslovaquia se transfieren la IIPPR, donde se verifican la actividad de radionucleidos total y la actividad específica, y se determina el grado de contaminación de la fuente dispersa en la superficie exterior (véase cuadro anexo).

Fuentes radiactivas selladas y no selladas procedentes de proveedores extranjeros

Año	Cantidad de expediciones*	
	Fuentes no selladas	Fuentes selladas
1981	1020	100
1982	1092	100
1983	1133	92
1984	1110	80

* Cada expedición incluye varios bultos de transporte con sustancias radiactivas.

* Correspondencia personal del autor con V. Machaček y F. Vesely.

Fuentes radiactivas selladas verificadas en el IIPPR de Praga

Año	Medicina		Radiografía		Fuentes selladas para Industria		Otros		Total	
	Actividad*	No.	Actividad*	No.	Actividad*	No.	Actividad*	No.	Actividad*	No.
1981	3110	8	870	36	2125	422	132	232	4115	1306
1982	2488	8	1270	617	3474	958	1823	318	5584	1904
1983	1178	4	1365	625	884	411	5424**	1190	7668	2230
1984	2207	11	2153	698	1468	1206	8890**	901	13251	2816

* Representa el total de actividad de radionucleidos expresada en becquerelios (Bq). Un Bq equivale a una desintegración por segundo, o a aproximadamente $2,7 \times 10^{-11}$ curios.

** Esta cifra incluye las fuentes reselladas utilizadas anteriormente en radioterapia.

Notas: El IIPPR es el Instituto para la Investigación, Producción y Aplicación de Radisótopos.

Fuente: Comunicación personal del autor con J. Vyskočil, V. Vondruška y J. Klenka.

Algunos compuestos radiactivos o radionucleidos se utilizan directamente en el Instituto para la fabricación de diferentes productos que después se envían a otras instituciones. El resto de las expediciones se envía a los usuarios individuales, los cuales suman alrededor de 600 en Checoslovaquia. Las fuentes radiactivas selladas se verifican en el IIPPR de acuerdo con el reglamento vigente y se envían posteriormente a los usuarios*.

Los bultos como modo de transporte

Los compuestos marcados con baja actividad de radionucleidos se transportan principalmente en bultos del Tipo A, los cuales son tanto de fabricación extranjera como checoslovaca. El transporte se realiza de conformidad con el *Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos* del OIEA (edición de 1978). Cuando el transporte se efectúa por vía férrea, también se observa el reglamento de transporte del SMGS.

El tipo de transporte que se utilice depende principalmente del período del radionucleido que ha de transportarse. Los radionucleidos de período corto se transportan por aire o por tierra a fin de reducir el tiempo de entrega del productor al usuario.

Las fuentes selladas de alta actividad de radiación ionizante se transportan en bultos del Tipo B apropiados.

Las fuentes selladas de cobalto-60 o cesio-137, utilizadas en instalaciones de irradiación médica, se transportan en contenedores especiales de fabricación checoslovaca con capacidad para varias fuentes de ese tipo. Estos contenedores se utilizan tanto para abastecer a las instalaciones de irradiación, como para transportar fuentes agotadas a los lugares de desecho. Los contenedores se fabrican de conformidad con el Reglamento del OIEA.

Antes de 1981 no se realizaban ensayos de los contenedores según estipula el Reglamento del OIEA. El

* Decreto No.59/1972 del Ministerio de Salud de la República Socialista Checa y Decreto No. 65/1972 del Ministerio de Salud de la República Socialista Eslovaca, relativos a la protección de la salud de la radiación ionizante.

Decreto No. 8 de 25 de junio de 1981 de la Comisión de Energía Atómica de Checoslovaquia (CEA) obliga a todas las organizaciones o empresas que utilicen cualquier equipo para el transporte de materiales radiactivos a obtener un certificado que emite la CEA sobre la base de ensayos efectuados con los equipos conforme al reglamento o a las normas vigentes. El certificado se emite por un período determinado. Los ensayos de los dispositivos utilizados para transportar sustancias radiactivas se realizan en el IIPPR, donde se han creado las condiciones necesarias a tal fin.

En años recientes, Checoslovaquia comenzó a fabricar equipos para el transporte seguro de materiales o equipos radiactivos, que permiten la utilización sin riesgos de sustancias radiactivas en diferentes sectores de la industria. El Instituto de Combustible Nuclear de Praga Zbraslav (IYaT) produce estos equipos para usuarios checoslovacos y de los países miembros del CAEM. La materia prima utilizada en la fabricación del blindaje de este tipo de equipos es el uranio empobrecido. El equipo se somete a ensayo de conformidad con el Reglamento del OIEA y se le expide un certificado.

Combustible agotado procedente de las centrales checoslovacas

La mayor parte del transporte de sustancias radiactivas corresponde al traslado de combustible agotado desde las centrales nucleoelectricas checoslovacas a las plantas de reelaboración de la URSS. El transporte se realiza conforme al "Reglamento para el transporte seguro de combustible nuclear agotado desde las estaciones nucleoelectricas de los países miembros del CAEM, Primera parte —transporte por ferrocarril". La responsabilidad de la observancia de la seguridad nuclear durante el transporte del combustible agotado recae sobre la CEA de Checoslovaquia en virtud de la Ley No.28/1984 Sb, relativa a la supervisión oficial de la seguridad nuclear en las instalaciones atómicas.

En 1983 y hasta finales de 1984 se realizaron siete expediciones de combustible nuclear agotado de los reactores WWER-440 y KS-150 de Checoslovaquia a la

URSS*. Para el transporte seguro de combustible agotado proveniente de centrales electroenergéticas con reactores WWER-440, se utiliza un vagón especial fabricado en la URSS**. Este vagón porta un contenedor especial en forma de cilindro vertical provisto de aletas en su superficie exterior. El diámetro del cilindro es de 2,3 metros y su altura de 4,4 metros. Su masa total es de 90 toneladas. El material de blindaje es acero, y el espesor de la pared del contenedor es de 400 milímetros. Tiene una capacidad de 3,8 toneladas de combustible agotado, lo que equivale a 30 conjuntos combustibles. El contenedor está diseñado para permitir el enfriamiento del combustible durante el transporte. El enfriamiento puede efectuarse por el método "húmedo" o "seco", en dependencia del grado de quemado del combustible que se transporte.

El combustible agotado del reactor KS-150 se transporta en un vagón especial que porta un contenedor diseñado y producido en Checoslovaquia***. El

contenedor de transporte T-15 es de acero, tiene un peso de 78 toneladas y el espesor de su blindaje de acero es de 385 milímetros. El cilindro se coloca en el vagón en posición horizontal. La capacidad del contenedor es de 16 conjuntos combustibles agotados del reactor KS-150. El enfriamiento del combustible agotado transportado se realiza mediante el método "seco". El contenedor ha sido ensayado de acuerdo con el Reglamento del OIEA y la CEA de Checoslovaquia ha emitido el correspondiente certificado*.

Durante la carga y descarga del combustible, el contenedor de transporte se coloca en posición vertical mediante un mecanismo especial de izaje montado en el vagón. El contenedor se transporta en un vagón de mercancías de 10 ejes de la serie NKh. El combustible agotado se traslada de Checoslovaquia a la URSS después de haber permanecido almacenado tres años en estanques de enfriamiento en la central nucleoelectrica desde el momento de su salida del reactor de potencia.

La experiencia adquirida en el transporte de combustible nuclear agotado demuestra que si se observan todas las precauciones técnicas y los reglamentos de transporte vigentes, es realmente posible transportar el combustible nuclear agotado en condiciones de seguridad.

* Certificado No. CS/010/B(U)F (Rev.1)-1/85 emitido por la Comisión de Energía Atómica de Checoslovaquia en relación con un embalaje para el transporte de combustible nuclear agotado.

* Comunicación personal del autor con Y. Lukavsky y A. Pulkrab.

** "Spent fuel transportation problems", por A.N. Kondratev, Y.A. Kosarev y E.I. Julikov, IAEA-CN-36/316.

*** Katrlík, J., et al., "Preprava vyhoreléno paliva Z elektrárne A-1" (Transporte del combustible agotado desde la central electroenergética A-1); *Jad. Energ.* (1985) (en imprenta).

