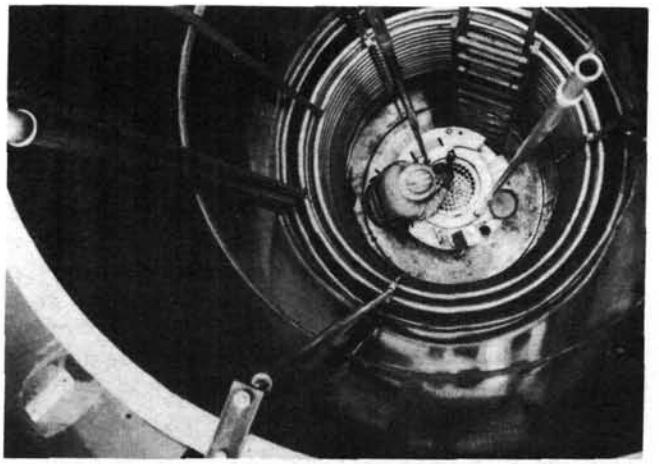
PROBLEMAS ADMINISTRATIVOS EN LA PRODUCCION DE RADIOISOTOPOS

Del 30 de septiembre al 4 de octubre de 1963 se reunió en la Sede del OIEA un seminario sobre energía atómica para personal directivo en el que se trató de los nuevos hechos ocurridos en la esfera de la energía atómica y de los problemas de carácter administrativo que han suscitado. Se examinaron, entre otras, las siguientes cuestiones: protección radiológica, isótopos y fuentes de radiaciones, reactores de investigación, energía nucleoeléctrica, cuestiones jurídicas, dirección técnica y científica, papel de las universidades y función que corresponde al Organismo en la asistencia a los países en vías de desarrollo.

El Dr. G.P. Cook, de la División de Investigaciones y Laboratorios del OIEA, trató de las posibilidades y limitaciones de la producción de radioisótopos en reactores de investigación; a continuación se da un resumen de su memoria. Otra de las memorias presentadas, la del Dr. U.V. Archangelski (Unión Soviética), es también objeto de un artículo en este número.

El Dr. Cook empezó comparando la producción de radioisótopos en reactores de investigación con la forma en que los producen los grandes proveedores. La mayor parte de los radioisótopos se obtiene en reactores moderados por grafito, con un flujo neutrónico del orden de 10^{12} n/cm^2 s, que funcionan durante las veinticuatro horas del día y, en general, seis días por semana. ¿Es posible que un reactor de investigación reúna esas condiciones? En la mayor parte de los casos existe suficiente espacio de irradiación a 10^{12} n/cm^2 s, aunque no tanto, por lo general, como en los reactores normalmente utilizados para la producción de isótopos, pero el plan de operaciones no suele prever un funcionamiento de veinticuatro horas por día, lo que constituye una grave dificultad ya que se tarda tres veces más en obtener la misma actividad específica de cobalto-60, por ejemplo, en un reactor que funcione ocho horas por día que en uno que funcione veinticuatro. Cuando se trata de radioisótopos de período más corto la diferencia es aún mayor porque durante el tiempo en que el reactor está parado la fuente se desintegra de manera apreciable. Si sólo se dispone de electrones a intervalos irregulares, como suele ocurrir con muchos reactores de investigación, la producción regular de radioisótopos resulta difícil.

Durante los primeros años de su utilización los radioisótopos se produjeron sobre todo con fines médicos. En general, la demanda con fines industriales y de otra índole se puede cubrir dentro del marco de



Vista del reactor de investigación de 10 kW, instalado en el fondo de un pozo de 6 metros de profundidad que se llenará de agua. Cuenta con una bandeja portamuestras giratoria para la producción de radioisótopos (fotografía: General Atomic)

dicha producción. Los radioisótopos más frecuentemente producidos pueden dividirse en dos grupos: fuentes encerradas, que no requieren ningún tratamiento después de la irradiación, y radioisótopos elaborados, que exigen un tratamiento ulterior.

Las fuentes encerradas pueden utilizarse con fines médicos (para uso interno) o industriales. Normalmente se requieren fuentes médicas de una intensidad del orden de 1 a 5 mcuries de radioisótopos tales como el oro-198 en forma de "perlas" o el iridio-192, el tántalo-182 y el cobalto-60 en forma de alambres. Para obtener una actividad de 2,5 mcuries de cada uno de esos radioisótopos mediante un flujo neutrónico de 10^{12} n/cm^2 s con un plan de irradiación de 24 horas por día y de 6 días por semana se necesitan, respectivamente, cuatro horas, cuatro horas, una semana y dos semanas. Los dos primeros no suponen problema alguno sea cual fuere el tipo de reactor de investigación utilizado, pero el período de irradiación de los otros dos será considerablemente prolongado, con arreglo al plan de trabajo del reactor.

Las fuentes industriales comprenden las destinadas a la radiografía, que consisten, por lo general, en iridio-192, cobalto-60 y tulio-170. La intensidad requerida suele ser del orden de 500 mcuries, con actividades específicas de 1 000 mcuries/g como mínimo. Incluso en régimen de funcionamiento continuo a 10^{12} n/cm^2 s, el cobalto necesita aproximadamente un año para alcanzar estos valores. En las mismas condiciones, el iridio requiere una irradia-

ción de menos de una semana. El tulio-170 exige más tiempo que el iridio pero menos que el cobalto. La posibilidad de obtener estos dos últimos isótopos depende del programa del reactor.

En un programa industrial es preciso irradiar una gran diversidad de fuentes, muchas de ellas para análisis por activación; para estas últimas la irradiación dura horas en vez de semanas. Las fuentes tienen que estar cuidadosamente encerradas a fin de que el reactor no sufra daños por rotura o escapes.

En medicina, el cobalto-60 y el cesio-137 se emplean con frecuencia como fuentes de radiaciones de elevada intensidad para teleterapia. Las actividades que se requieren son del orden de 1 000 curies; no cabe pensar, por tanto, en obtener el cobalto-60 en un reactor de investigación. El cesio-137 se necesita en actividades similares y se obtiene a partir de grandes cantidades de productos de fisión de desecho, de los que disponen muy pocos países.

Los radioisótopos elaborados se destinan casi exclusivamente a fines médicos. Un factor de suma importancia es su consumo probable, que no es fácil determinar. A partir de los datos obtenidos en unos cinco países que no son productores de radioisótopos pero que los han utilizado durante algunos años, se han calculado las siguientes cifras de consumo por año y por una población de 10 millones de habitantes.

Yodo-131	5 - 10 curies
Oro-198 (coloidal)	5 - 10 curies
Fósforo-32	1 - 2 curies
Cromo-51	100 - 150 milicuries
Sodio-24	~ 100 milicuries
Hierro-59	~ 2 - ~ 5 milicuries
Azufre-35	hasta 200 milicuries
Carbono-14	hasta 50 milicuries

Los tres primeros son sin duda alguna los más importantes y es preciso tener en cuenta su producción. Las pérdidas debidas al tratamiento químico y a la desintegración son del orden del 50 por ciento; por ese motivo es necesario producir por irradiación aproximadamente el doble de la cantidad requerida. Si suponemos un programa óptimo de funcionamiento del reactor -ocho horas por día y seis días por semana-, las cantidades de material de blanco para el yodo-131 y el fósforo-32 serán del orden de varios centenares de gramos, pero dichas cantidades pueden ser mayores en la realidad y la producción es indudablemente difícil. El caso del oro es algo más favorable debido a su elevada sección eficaz, por lo que se le puede considerar práctico. Además, la elaboración de estos radioisótopos requiere laboratorios radioquímicos adecuados cuyo costo de construcción y funcionamiento es muy elevado.

Los reactores de investigación adquieren particular importancia cuando se trata de producir actividades de período corto que no es posible importar. El programa de un reactor de investigación permite obtenerlas con facilidad, ya que requieren una irradiación breve y, en general, un proceso químico relativamente sencillo.

Además de los problemas de la producción propiamente dicha, un programa normal de producción suscita muchas otras cuestiones. Se ha de disponer en todo momento de recipientes adecuados para la irradiación, el almacenamiento y el transporte; tiene que existir por lo menos un juego de instrumentos de repuesto para que las averías no interrumpan la producción; es preciso organizar el transporte y resolver la cuestión de los trámites de aduana; es indispensable llevar registros y libros de contabilidad. Las fuentes destinadas a aplicaciones médicas tienen que cumplir ciertas especificaciones que pueden ocasionar dificultades. Es también conveniente reducir a un mínimo las formalidades para los clientes y mantener la mayor flexibilidad posible para poder atender a los pedidos que se salgan de lo corriente.

La importación de todos los radioisótopos que figuran en la lista anterior significa un gasto mínimo de 10 000 dólares, suponiendo un pedido centralizado y un transporte a 10 000 kilómetros de distancia. Sería muy difícil producir esa cantidad de material con el mismo gasto, pero no se deben considerar solamente los aspectos económicos porque existen otros de gran importancia, como son la formación de personal científico, el perfeccionamiento de las técnicas, el mejor empleo del reactor y la posibilidad de prescindir de los suministros extranjeros.

El Organismo desarrolla actividades en tres aspectos de la producción de isótopos:

Está preparando un manual sobre producción de radioisótopos en reactores de investigación.

En las reuniones regionales sobre la utilización de los reactores de investigación se incluye siempre una sección sobre la producción de isótopos, en la que participa un experto.

El Organismo está reuniendo información sobre los riesgos que implican los experimentos efectuados con reactores de investigación; esa información será muy útil para decidir, por ejemplo, qué productos químicos y qué materiales se pueden irradiar sin riesgos y cuáles pueden suscitar dificultades.