

APLICACIONES INDUSTRIALES DE LOS RADIOISÓTOPOS

Las aplicaciones industriales de los radioisótopos constituyen la forma más rápida en que la energía atómica puede contribuir a desarrollar la economía de un país. En la investigación se pueden usar los radioisótopos como excepcional fuente de información sobre la naturaleza de los procesos químicos, o como instrumento rápido y económico para obtener datos con mayor rapidez o exactitud que con otros medios. En fabricación se utilizan para controlar y regular muchos procesos, lo que permite mejorar la calidad del producto o aprovechar mejor las materias primas. Igualmente, en el control de la producción los radioisótopos brindan la posibilidad de realizar ensayos no destructivos, con lo que se impide que lleguen al mercado productos de calidad inferior.

Las publicaciones científicas y técnicas describen con frecuencia todos estos métodos y numerosas organizaciones nacionales e internacionales se dedican a fomentar su aplicación. No obstante, la industria parece a veces un tanto reacia a aplicarlos en provecho propio.

Desde que existe, el Organismo Internacional de Energía Atómica ha tratado siempre de fomentar el empleo industrial de los radioisótopos, organizando para ello conferencias científicas sobre diversos aspectos de la cuestión, seleccionando y publicando información general, etc.

Sin embargo, la actitud de la industria frente a cualquier innovación es la misma en todo el mundo: lo que más cuenta es saber si va a compensar o no. Por eso, el Organismo decidió documentarse sobre las ventajas económicas que resultan del empleo de radioisótopos en la industria, ventajas que se expresan en función de las economías que permiten realizar. Para ello organizó una encuesta internacional sobre las citadas ventajas y, al mismo tiempo, se procuró información sobre el empleo de los radioisótopos en la actualidad.

En abril de 1962 el Organismo invitó a un grupo de Estados Miembros a participar en el citado estudio; los gobiernos respondieron acopiando la información detallada que les facilitaron las organizaciones industriales que se dedicaban en sus respectivos países a la prospección, la minería y la fabricación. Las técnicas radioisotópicas se dividieron en los siguientes grupos: mediciones realizadas con radioisótopos, radiografía industrial, aplicaciones de la ionización, indicadores radiactivos, irradiación masiva y aplicaciones diversas. Los informes de los países participantes han llegado recientemente a po-

der del Organismo, que está preparando un informe global sobre el empleo de los radioisótopos y sus aspectos económicos.

Para juzgar el contenido de los distintos informes y determinar la mejor manera de interpretar y presentar el material, el Organismo convocó un Grupo de estudio que se reunió en Viena del 16 al 20 de marzo de 1964. Acudieron sesenta especialistas de los Estados Miembros y de algunas organizaciones internacionales que deliberaron sobre los citados informes, sobre las últimas novedades en la utilización de isótopos y sobre la manera de seguir fomentando su empleo en la industria.

La encuesta se preparó con sumo cuidado, ya que existían muy escasos precedentes que pudieran servir de guía para una investigación en tal escala. Aunque su objeto fundamental consiste en realizar una valoración económica, ha habido necesariamente que comenzar por estudiar las técnicas y por recoger datos técnicos y económicos.

Bases de la encuesta

Los cálculos de las economías obtenidas hasta ahora por la industria de cada país gracias al uso de radioisótopos se han basado en muy diferentes hipótesis y métodos. Incluso dentro de un mismo país, los resultados de los cálculos hechos por distintos métodos llegan a discrepar en un factor de diez. Se hizo, pues, necesario velar por que todos los cálculos en que había de basarse la encuesta se preparasen conforme a un método normalizado; uno de los objetivos principales era conseguir una uniformidad que permitiese realizar comparaciones válidas. Como consecuencia de ello, la base de la encuesta quizá sea bastante limitada; por ejemplo, sólo un escaso número de firmas industriales están en condiciones de calcular con suficiente precisión las economías realizadas, aunque se han incluido en el estudio tantas firmas como ha sido posible.

Ha sido necesario también adoptar para el término "economías" una definición bastante restringida. Se consideró que tal término significaba "una diferencia mensurable de costos entre el método utilizado antes de la introducción de las técnicas radioisotópicas y el nuevo método radioisotópico". Hay "economías directas", que son las economías de materias primas, las conseguidas con la disminución de los productos terminados que se desechan, las economías de mano de obra, etc., y "economías indirectas", que son las que se obtienen evitando interrupciones, con-

trolando mejor los procesos, etc. También se prepararon preguntas que permitieran calcular las "economías potenciales", que son las que podría hacer una industria o rama de la industria si todas las empresas que la integran usaran técnicas radioisotópicas en la misma escala que las que han efectuado los cálculos. En la encuesta se prescindió de las "economías del consumidor" y de las "economías intangibles".

Las distintas entidades nacionales trataron de abarcar en la encuesta toda la serie de aplicaciones industriales para poder calcular así el total de las economías correspondientes al país. Realizaron también algunos estudios "en profundidad" y citaron cierto número de casos particulares de aplicaciones corrientes. Dichos estudios sirven de pauta para un tratamiento más detallado de los datos, pues proporcionan a los organismos nacionales un conocimiento directo de materias tales como la exactitud de los calibres nucleares o de otra índole, las experiencias prácticas con rayos X y con radioisótopos en radiografía, etc. Algunos de los resultados obtenidos presentan un interés directo y considerable para ilustrar la repercusión del empleo de las nuevas técnicas en determinadas industrias.

La industria ha respondido, en conjunto, bastante bien, pero si se han recogido valiosas y detalladas informaciones sobre la cuestión técnica, en cambio los datos económicos son bastante escasos.

En la reunión del Grupo de estudio, el Sr. W. Rudoc (Reino Unido) atribuyó esta escasez de datos económicos al hecho de no haber en las organizaciones industriales ordinarias un servicio que centralice la información requerida. Los técnicos -afirmó- no conocen bien los aspectos económicos y financieros de la empresa y los economistas no saben lo bastante de los aspectos técnicos. No obstante, todos los países que facilitaron cifras sobre las economías realizadas hicieron hincapié en que se trataba de cálculos prudentiales que se limitaban fundamentalmente a los beneficios directamente mensurables y que prescindían virtualmente de los indirectos, cuya evaluación presentaba dificultades.

El informe del Canadá hacía notar que las economías conseguidas son difíciles de calcular, ya que la información disponible depende mucho de los métodos y detalles de la contabilidad que llevan las diversas industrias y empresas. Añade el informe que las cifras de las economías en dólares son incompletas y que probablemente su cuantía real es el doble o más. "Aparte de que el sistema de contabilidad no siempre facilita el registro de las economías, hay muchos casos en que éstas no están claras; por ejemplo, en el caso de los eliminadores de cargas estáticas, sin los cuales la producción resulta prácticamente imposible en determinadas condiciones atmosféricas bastante corrientes en el Canadá".

Aunque la encuesta demuestra que las economías hechas directamente en efectivo gracias al empleo de

los radioisótopos en la industria son muy considerables, hay muchos casos en que aún las superan con creces otras ventajas como, por ejemplo, la mejor calidad de los productos.

El informe definitivo del Organismo se publicará dentro de un par de meses e indicará los resultados globales de la encuesta, pero ya desde ahora son dignos de mención algunos de los puntos más destacados de los informes presentados por los países y de las discusiones de la reunión.

Algunos casos típicos

La calibración es actualmente la aplicación industrial más común de los radioisótopos. Se emplea para determinar el espesor de las láminas, de los revestimientos de papel o de textiles recubiertos de plástico o abrasivos, o de los aceros revestidos de estaño, para medir la densidad de los materiales de espesor constante (líquidos o suspensiones en el interior de tuberías, o el tabaco contenido en los cigarrillos) o el nivel de sólidos o líquidos en recipientes, tolvas o depósitos y para estimar la composición elemental de ciertos materiales y la densidad de materiales de gran masa (el hormigón, los suelos o los estratos rocosos).

La calibración con isótopos radiactivos se suele usar en procesos continuos o semicontinuos. En el caso de las láminas industriales (papel, plásticos o flejes metálicos) es mejor que la calibración por contacto o que la toma periódica de muestras. La calibración por contacto no es factible con ciertos productos como, por ejemplo, el papel húmedo o las chapas metálicas que vibren violentamente.

La calibración isotópica permite un control más preciso de las operaciones, que pueden llevarse a cabo con márgenes de tolerancia menores y, a menudo, con un valor medio inferior. Esto significa que para un nivel de producción determinado se precisan menos materias primas. Se evitan las interrupciones y pérdidas de producción causadas por la toma de muestras, y el medidor isotópico avisa inmediatamente cualquier desviación respecto de la tolerancia máxima, evitando así la producción de artículos inaprovechables. Cuando las normas o especificaciones de producción se cambian con frecuencia -como sucede en la fabricación del papel-, el medidor isotópico permite ajustar con mayor rapidez y exactitud las máquinas.

Cuando se trata de indicadores de nivel, la vigilancia requerida es menor, con el consiguiente ahorro de mano de obra. Hay procesos -sobre todo en la industria química- que no serían posibles sin esta ayuda. Estos indicadores constituyen también un importante sistema de seguridad, ya que impiden que el nivel de los líquidos en los depósitos sea demasiado alto o demasiado bajo.

Una de las ventajas más importantes del empleo de medidores isotópicos es el mejoramiento de la ca-

lidad de los productos que se consigue en muchos casos. En la reunión del Grupo de estudio se mencionó que algunos fabricantes de cigarrillos habían comprobado que con el empleo de densímetros se podía reducir la cantidad de tabaco utilizada, porque los cigarrillos resultaban de calidad más uniforme. Sin embargo, decidieron deliberadamente no emplearlos y dejar todo el beneficio al consumidor, vendiéndole cigarrillos de mejor calidad.

El costo de los medidores isotópicos se recupera con frecuencia en varios meses. Polonia cita el caso de una empresa química que montó indicadores de nivel en unos separadores de amoníaco líquido y que los amortizó en cuatro meses, y el de una empresa metalúrgica que recuperó en tres meses el coste de los medidores de espesor instalados en unos trenes de laminación en frío. En el Reino Unido hay una fábrica de papel que usa cuatro medidores de peso del tipo de transmisión, cada uno de los cuales utiliza 25 milicurios de talio-204. La inversión total se elevó a 10 750 libras esterlinas, siendo poco elevados los gastos de explotación. Cuando se modifica el peso en la máquina, la válvula que regula la cantidad de material de alimentación queda automáticamente reajustada; esto lo tenía que hacer antes el operario sin más ayuda que su experiencia. Si se equivocaba, había que repetir la toma de muestras y la pesada hasta que se encontraba el peso debido. Una operación de toma de muestras, corte y pesada podía tardar cinco minutos, durante los cuales se producían 500 libras de papel que tal vez habría que desechar. El cambio de peso en dos máquinas provocaba como mínimo una pérdida de producción de 25 000 libras esterlinas al año, que se evitó con el empleo del medidor isotópico. Otras economías, que no pueden calcularse fácilmente, consisten en el mantenimiento del peso correcto gracias a la posibilidad de detectar cambios inmediatamente. Esto permite economizar un papel que de otro modo habría que desechar, ascendiendo las economías a unas 35 000 libras esterlinas al año. Con un ahorro total de 60 000 libras esterlinas al año, el capital invertido en los medidores isotópicos se ha amortizado en poco más de dos meses.

Una empresa química inglesa utilizó un indicador de nivel para determinar los perfiles del líquido en las torres de absorción en funcionamiento. Así se vio cuáles eran las posiciones de inundación y los ingenieros químicos pudieron modificar las torres para aumentar el caudal de salida. Con ello no sólo se evitó el tener que construir otras dos nuevas torres, que hubieran costado 100 000 libras cada una, sino que se pudo elevar el caudal de salida seis meses antes de lo que hubiese sido posible con las nuevas torres y se obtuvo una ganancia de 50 000 libras esterlinas. De este modo, con un solo medidor isotópico la empresa pudo economizar 250 000 libras esterlinas. La misma empresa utiliza toda una serie de densímetros y de nivelímetros, gracias a los cuales ob-

tiene economías anuales de unas 300 000 libras esterlinas con un gasto anual de 5 000.

En la industria del vidrio, una empresa inglesa que fabrica recipientes de vidrio moldeado utiliza indicadores de nivel para regular la entrada de materias primas en el horno. El indicador acciona un sistema automático de control que mantiene en el horno un nivel constante. Aunque el medidor actúa a través de un muro de dos pies de ladrillo y material refractario, el control suele ser superior en exactitud a 1/32 de pulgada. Así se controla con mayor exactitud la temperatura de alimentación y se suministra un peso constante de vidrio a la máquina moldeadora, con lo que se aumenta la uniformidad del producto. La ventaja fundamental es que no hay interrupciones ni entorpecimientos en el funcionamiento del alimentador, mientras que casi todos los restantes métodos obligan a introducir algún tipo de probeta. El coste total es de 2 650 libras esterlinas y los gastos anuales se elevan a 200 libras, mientras que las economías anuales se estiman en 190 000 libras.

En los Estados Unidos, un fabricante de potasa ha utilizado indicadores radioisotópicos para medir la densidad de las soluciones salinas y ha conseguido un ahorro anual en mano de obra de 25 000 dólares, con economías en materias primas por valor de 20 000 dólares y un incremento del 10 por ciento en la productividad, que supone 25 000 dólares. El coste de los indicadores es inferior a 900 dólares anuales.

50 000 libras esterlinas al año por sólo 7 000

Ionización

Los radioisótopos tienen una serie de útiles aplicaciones industriales basadas en la interacción de la radiación con los gases. El Sr. C. G. Clayton (Reino Unido) resumió estas aplicaciones en el curso de la reunión. Puso de relieve el constante aumento del uso de detectores radioisotópicos de humo, que han obtenido el visto bueno de las comisiones de seguros contra incendios de cierto número de países. La cromatografía en fase gaseosa se está aplicando en una amplia gama de industrias, y para el control de los procesos industriales se están utilizando columnas cromatográficas en fase gaseosa con detectores de ionización acoplados. Es de prever una considerable difusión de estos usos, pero la eliminación de cargas estáticas es por el momento la aplicación industrial más importante de los radioisótopos.

Bélgica informó sobre una importante empresa tipográfica, que publica una revista mensual de 60 páginas, algunas de ellas a cuatro colores; la electricidad estática acumulada sobre el papel originaba una desviación de las hojas que podía ser grave si se producía al pasar por los rodillos de coloración y por la máquina plegadora. Esto obligaba a descartar muchas hojas -a veces hasta un 30 por ciento de las im-

presas- por impresión mal centrada o plegado defectuoso. Mediante el empleo de un eliminador radiactivo de electricidad estática se redujo el número de hojas rechazadas a un 3 a 4 por ciento, que es lo normal.

Un fabricante inglés de fibras artificiales de acetato de celulosa y plásticos utiliza un detector radioisotópico de cromatografía en fase gaseosa como medio auxiliar para la recuperación de los disolventes empleados en el proceso. La rentabilidad óptima de éste depende de que se mantenga el equilibrio adecuado entre la cantidad de disolventes recuperados, el consumo de vapor y el ritmo de sustitución del carbono-carbón vegetal activado- en el que se absorben los disolventes. El método isotópico ha permitido economizar 50 000 libras esterlinas al año en una instalación de recuperación cuyos costes anuales de explotación son de 250 000 libras esterlinas. La inversión total de 7 000 libras en material isotópico incluye 56 detectores de incendios y de humos, y los gastos de funcionamiento son de 100 libras esterlinas al año.

Irradiación masiva

La aplicación más importante en este campo consiste en el tratamiento de material sanitario; el Sr. P. Lévêque (Francia) manifestó que este uso seguirá extendiéndose en el futuro. Los nuevos métodos de esterilización por irradiación han trastocado las ideas establecidas sobre la preparación de medicamentos, tal como la tendencia a emplear envases más pequeños. La esterilización de envases cerrados y sellados ha modificado también profundamente los métodos de fabricación, entre ellos el empleo de jeringas de plástico que se desechan después de usadas. Esto hace fundamental la estrecha colaboración entre el fabricante y el especialista en irradiación.

El Sr. Lévêque ha indicado que se han propuesto numerosas aplicaciones de la irradiación, pero que, hasta la fecha, las industriales son limitadas. Citó ocho plantas industriales en el mundo, de las cuales cinco emplean aceleradores y las otras tres radiaciones gamma emitidas por fuentes de cobalto-60. No obstante, estas aplicaciones se desarrollan en una importante escala y comprenden la producción de polietileno y bromuro de etilo, la esterilización del pelo de cabra empleado en la confección de alfombras y la esterilización de material sanitario.

Aunque las radiaciones han ayudado a desarrollar nuevos procesos químicos, en general los químicos han encontrado rápidamente el modo de elaborar productos de propiedades equivalentes por procedimientos puramente químicos, que son mucho más baratos. Se sigue estudiando con interés la posibilidad de conservar alimentos por irradiación -añadió el Sr. Lévêque- y se prevén resultados prácticos en un futuro inmediato.

Radiografía industrial

Es difícil hacer una comparación directa entre la gammarradiografía con fuentes radioisotópicas y los otros métodos que pueden aplicarse, como los rayos X y los ensayos ultrasónicos. Cada método tiene sus propias ventajas de suerte que, en gran parte, se pueden considerar más como complementarios que como sustitutivos. No obstante, la gammarradiografía es el único método factible cuando la inspección ha de llevarse a cabo en puntos que no permiten el empleo de otras formas de instrumental, por ejemplo en el interior de un tubo pequeño.

Para la mayor parte de los materiales en gran número de fábricas, los rayos X resultan más ventajosos que las fuentes radiactivas y dan los mismos resultados. Sin embargo, si los materiales son de gran espesor, la penetración de los aparatos clásicos es insuficiente y las fuentes de cobalto-60 resultan ventajosas a causa de su coste inferior. Cuando sólo se hacen pocas radiografías al año, pierde importancia la necesidad de dejar transcurrir largos tiempos de exposición, cosa que, con frecuencia, resta utilidad a la irradiación gamma, y en tal caso la radiografía panorámica resultará más barata que los rayos X, principalmente por su coste menor. Muchos talleres de fundición pequeños prefieren ensayar su producción diaria sometiéndola por la noche a una gammarradiografía.

Una fábrica inglesa de recipientes a presión utiliza de un modo continuo dieciocho fuentes de cobalto-60 de 0,3 a 3,2 curies. Los recipientes han de poder resistir las más rigurosas condiciones de temperatura y presión, y los radioisótopos se usan para dos fines fundamentales: el principal, comprobar la calidad de la fundición producida y obtener una orientación técnica para que los futuros productos no tengan defectos; el segundo es conseguir que las piezas fundidas que salen del taller posean la calidad suficiente para seguir el ciclo de fabricación y superar los ensayos e inspecciones de que sean objeto.

Así se consiguen economías por las siguientes razones:

No se fabrican piezas de fundición defectuosas, economizándose así mano de obra y materiales;

Se ahorra el trabajo que requiere la producción de las piezas desechadas;

Se pueden reparar los pequeños defectos de las piezas fundidas porque se pueden someter todavía a tratamiento térmico;

Se ahorra el tiempo de mecanización invertido en la producción de piezas fundidas defectuosas;

Para el programa de producción se tiene la seguridad de que las cantidades al final del ciclo son idénticas a las iniciales, de donde se obtiene un mayor rendimiento en la producción;

Se eliminan las reclamaciones de los clientes y la sustitución de piezas defectuosas.

La inversión total es de 52 000 libras esterlinas y los gastos anuales de explotación son de 6 000, pero las economías anuales se calculan en 500 000 libras esterlinas.

Ahora bien, en numerosas empresas se atribuye poca o ninguna importancia al cálculo de las economías directas en efectivo. Lo que interesa es aumentar la calidad y grado de confianza que ofrece el producto, siendo el objetivo la satisfacción del cliente y la seguridad de uso.

Empleo de indicadores radiactivos

Es éste un campo muy extenso, ya que existe una gran variedad tanto de técnicas como de aplicaciones específicas. Existen numerosas aplicaciones en el campo de la investigación útiles para la industria, como el estudio de las reacciones químicas y el del desgaste. Los indicadores radioisotópicos se han convertido en un importante medio auxiliar para el control de los procesos, merced a aplicaciones tales como la medición de caudales, la determinación del desgaste en forros de hornos, la localización rápida de obstrucciones y fugas de tuberías y la determinación del punto final en procesos de mezcla. Los productos industriales también pueden marcarse fácilmente para identificarlos y determinar su edad. Dentro ya de un campo más amplio, se ha demostrado el valor de los isótopos radiactivos para el estudio de las aguas freáticas y superficiales, de la contaminación del aire y de las aguas, y de los movimientos de las arenas o limos en ríos y estuarios.

La forma particular de empleo de los indicadores conocida con el nombre de "análisis por activación" ofrece un método de gran sensibilidad y la posibilidad de realizar análisis ordinarios no destructivos exclusivamente con ayuda de las radiaciones, sin tener que recurrir a proceso químico alguno. Si se consigue este objetivo, ello permitirá realizar análisis rápidos y continuos "sobre la marcha", sin entorpecimiento alguno de la producción y, por tanto, un control mucho más estricto de las operaciones. Una compañía norteamericana que fabrica materiales semiconductores determina por este método los vestigios de impurezas, suprimiendo con ello varias etapas de la fabricación. Se calcula que las economías en tiempo y equipo ascienden a 150 000 dólares anuales.

Una refinería francesa de petróleo ha montado un banco de pruebas radioisotópicas para estudiar el desgaste de las piezas de los motores de automóvil. Con un gasto de 50 000 francos se obtuvieron economías anuales por más de 60 000. Además, en el espacio de un mes se han obtenido resultados que ha-

brían precisado más de un año por otros métodos. Se ha hecho también el estudio preliminar de la construcción de un rompeolas en un puerto francés, llegándose a la conclusión de que se podría acortar la longitud prevista en 200 metros, con una economía en gastos de construcción de ocho millones de francos. Esto se ha llevado a cabo, en parte, mediante estudios con maquetas y, en parte, mediante estudios hidrológicos con radioisótopos.

Futuras aplicaciones

Se están desarrollando otras aplicaciones de los radioisótopos para fines especializados, como son las baterías nucleares utilizadas para suministrar energía a los satélites y estaciones meteorológicas espaciales. Las fuentes isotópicas de luz pueden resultar también útiles para señalizaciones ferroviarias, pero de momento no parece probable que adquieran gran importancia industrial.

En cuanto a las perspectivas futuras, el Sr. E. E. Fowler (Estados Unidos de América) dijo al Grupo de estudio que probablemente habrá una generalización progresiva de las aplicaciones industriales ya practicadas a la que contribuirá la mayor sensibilidad de las técnicas y la mayor variedad y mayor pureza de los preparados radiactivos de que se dispone en la actualidad.

El Sr. Fowler no prevé un gran desarrollo de la radiografía industrial en el curso de los diez próximos años, ya que no parece que estén surgiendo nuevas técnicas importantes, ni tampoco nuevos mercados. El empleo de medidores radioisotópicos parece estar llegando a un punto de saturación, aunque todavía pueda extenderse a nuevas aplicaciones y quepa idear instrumentos de mayor penetración. Los indicadores radiactivos ofrecen mayores posibilidades de expansión; podrán aplicarse a muchos problemas de trascendencia industrial, y las técnicas rápidas de radioanálisis que se están desarrollando pueden tener muchas aplicaciones industriales.

La aportación económica de los radioisótopos debe continuar aproximadamente al mismo ritmo, prescindiendo de cualquier innovación técnica importante que pueda tener lugar. El campo más propicio para tal innovación es el de la aplicación de las radiaciones a los procesos químicos, que puede dar "una nueva dimensión al empleo de radioisótopos". Añadió el Sr. Fowler que las radiaciones se utilizan ya para obtener productos químicos y para modificar materiales, pero que en lugar de emplearlas como un medio auxiliar para procesos ya establecidos, la tendencia actual es buscar productos que se adapten especialmente a ellas. La conservación de alimentos por irradiación es una posibilidad importante. Los Estados Unidos han dedicado un esfuerzo considerable a esta cuestión, y la próxima década será tal vez testigo de importantes resultados prácticos.