

# LAS RADIACIONES EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES

## APLICACIONES ESTUDIADAS EN LA CONFERENCIA DE VARSOVA

En una importante conferencia organizada en Varsovia por el Organismo Internacional de Energía Atómica, se reunieron hombres de ciencia de muchos países para estudiar el empleo de fuentes de radiación de elevada intensidad en la industria y especialmente en los procesos químicos industriales. Durante cinco días, del 8 al 12 de septiembre, examinaron detalladamente los principales aspectos de esta cuestión que adquiere cada día mayor importancia. La conferencia permitió no sólo evaluar las técnicas empleadas y los resultados obtenidos, sino también proceder a un intercambio de opiniones sobre las orientaciones que más prometedoras parecen en vista de la experiencia adquirida en los diversos países.

Las aplicaciones de las radiaciones ionizantes pueden dividirse en dos grandes categorías por medio de una simple clasificación. En primer lugar, pueden ser empleadas como instrumento de investigación, medición y ensayo y, en segundo lugar, pueden actuar como agente directo en la iniciación de procesos químicos. Las bien conocidas aplicaciones de las radiaciones en la medicina y las ciencias biológicas pueden servir de ilustración para estos dos tipos de funciones. Por ejemplo, las radiaciones pueden utilizarse para detectar y localizar tumores malignos y para destruirlos. Además, pueden revelar procesos complejísimo del crecimiento de las plantas y, al mismo tiempo, iniciar ciertos procesos cuyo resultado es la aparición de nuevas variedades vegetales.

En la industria las radiaciones pueden utilizarse también como instrumento para detectar, ensayar y medir, y como agente activo en la iniciación de reacciones químicas de gran utilidad. Se emplean de muy diversas formas como instrumento de control y han producido a la industria beneficios que ascienden a muchos cientos de millones de dólares. Así, por ejemplo, han servido para encontrar escapes en oleoductos y en conducciones de agua, gas y electricidad, para medir el espesor de láminas metálicas y asegurar así su uniformidad, para medir el nivel y la densidad de combustibles líquidos, y para comprobar los procesos de mezclado. La mayoría de estas aplicaciones se efectúa por medio de fuentes radiactivas de baja intensidad empleadas externamente o introducidas en una sustancia como trazadoras.

Varias de las memorias presentadas en la conferencia de Varsovia trataban de la aplicación de las radiaciones ionizantes en la polimerización, y en otras reacciones de gran utilidad para la manufactura y el tratamiento de los plásticos. La polimerización de la serie etilénica de los hidrocarburos fue discutida desde varios puntos de vista, y se describieron

las características técnicas y las condiciones de trabajo necesarias. Algunos especialistas hicieron notar que el efecto reticulante de la radiación da lugar a un producto de características superiores que abre nuevos campos de aplicación al polietileno. Desde hace varios años se vende película de polietileno irradiado y se fabrica hilo eléctrico cuya envoltura aislante consiste en la misma sustancia. También se discutió, entre otras cuestiones, la reticulación del alcohol polivinílico (APV) y del cloruro de polivinilo (CPV), polímeros muy conocidos que se derivan del grupo etilénico.

Algunas memorias trataban de la oxidación en cadena y la cloración de los hidrocarburos, procesos que figuran entre los más importantes de la industria. También se discutieron los efectos de la irradiación del carbón y las reacciones de metanación. Otra de las cuestiones que se estudiaron fue la posibilidad de mejorar los catalizadores por medio de la irradiación. Se sabe perfectamente que algunos de los efectos producidos por las radiaciones ionizantes influirán probablemente en las propiedades catalíticas, y se ha tratado de alterar la actividad catalítica de los sólidos exponiéndolos a la irradiación nuclear.

### Esterilización

La esterilización constituye un importante campo de aplicación de las radiaciones ionizantes. Por ejemplo, la industria farmacéutica venía necesitando un procedimiento que permitiera esterilizar sustancias sensibles, tales como las proteínas y las enzimas, sin recurrir al empleo del calor o de agentes químicos muy enérgicos; las radiaciones ionizantes, aplicadas en dosis que resultan inofensivas para la mayor parte de esas sustancias, proporcionan un procedimiento en extremo eficaz para este fin ya que pueden ser utilizadas con éxito para destruir microorganismos. Además, el nuevo método ofrece determinadas ventajas especiales. En primer lugar, permite esterilizar los envases definitivos sin necesidad de abrirlos; en segundo lugar, permite utilizar nuevos materiales de envasado, menos costosos y más adecuados, y, por último, es fácil su adaptación a los procesos continuos.

Los expertos reunidos en Varsovia discutieron las técnicas de empleo de este método y los requisitos que ha de reunir la fuente de radiación. Otro tema aún discutido en la conferencia fue la esterilización de suministros médicos, por ejemplo, instrumental quirúrgico, agujas hipodérmicas y artículos de caucho. Una nueva aplicación concreta estudiada a este respecto fue la esterilización mediante rayos gamma de ampollas de agua destilada, procedimiento

que puede resultar económicamente ventajoso en la esfera industrial.

## Reacciones químicas

En general, la iniciación de una reacción química requiere fuentes de radiación de mayores dimensiones y de intensidad más elevada. La radiación necesaria puede provenir de sustancias como el cobalto-60 y el cesio-137, o de máquinas que aceleran partículas nucleares hasta energías muy elevadas. El cobalto-60 es un isótopo radiactivo del cobalto, que se obtiene por irradiación neutrónica del cobalto-59 ordinario, y el cesio radiactivo, o cesio-137, se encuentra entre los productos finales de la fisión nuclear en los reactores. Ambos emiten rayos gamma de alto poder de penetración, y ambos tienen un período de semidesintegración bastante largo, lo cual significa que su radiactividad se mantiene durante mucho tiempo. Las máquinas aceleradoras de partículas que mayor utilidad tienen en este campo son las que aceleran electrones hasta energías considerablemente más altas que las de los electrones (partículas beta) emitidos por sustancias radiactivas.

Estas radiaciones de alta energía producen reacciones muy interesantes tanto en la vida orgánica como en los materiales industriales. Como es natural, muchas de estas reacciones se pueden llevar a cabo también por otros medios como, por ejemplo, los reactivos, o el calor y la presión. La irradiación es un método adicional pero, frecuentemente, más eficaz. Es un método relativamente nuevo y es probable que tanto su eficacia como sus ventajas económicas aumenten gracias a la investigación y a la experiencia práctica.

## Polimerización y reticulación

Algunos de los usos más importantes de la radiación en la industria están relacionados con la polimerización. Los polímeros -las sustancias que constituyen las materias plásticas- son largas cadenas de moléculas cuya formación, que llamamos polimerización, se efectúa generalmente en condiciones extremas de temperatura y presión. Pero con la ayuda de las radiaciones este proceso puede iniciarse a temperaturas y presiones mucho más bajas de lo que generalmente se requiere. Por ejemplo, el polietileno, ese plástico que todos conocemos, se fabrica generalmente haciendo que las moléculas del gas etileno se agrupen en largas cadenas gracias a temperaturas y presiones elevadísimas. Sin embargo, si se irradia el gas, el proceso de la formación de esta cadena, o polimerización, no depende ya de estas condiciones extremas de temperatura y presión.

Otro efecto muy notable es la reticulación, es decir, el efecto que hace que las cadenas de los polímeros queden enlazadas unas a otras en los puntos donde se entrecruzan. Este proceso hace que una gran masa de material plástico quede transformada en un número muy reducido de moléculas con el resultado de que el material adquiere una resistencia mucho más elevada a la temperatura.



Apertura de la conferencia científica sobre el empleo de las fuentes de radiación de elevada intensidad en la industria, en el Palacio Namienskiowski, en Varsovia. De izquierda a derecha: los señores Henry Seligman, Director General Adjunto del OIEA; Winiewicz, Viceministro de Asuntos Exteriores de Polonia; Piotr Jaroszewicz, Vicepresidente del Consejo de Ministros de Polonia; Sterling Cole, Director General del OIEA; Stefan Jedrychowski, Presidente de la Comisión de Planificación Económica Estatal de Polonia; Wilhelm Billig, Alto Comisario de Energía Nuclear de Polonia; Arkadij Rylov, Director General Adjunto del OIEA.

La acción esterilizadora de las radiaciones resulta útil también para la conservación de los alimentos, y en varios países se han llevado a cabo importantes trabajos de investigación encaminados a encontrar un método seguro y eficaz para el tratamiento de productos alimenticios mediante radiaciones ionizantes. En la conferencia se expusieron el desenvolvimiento de estas investigaciones y los resultados obtenidos, y se procedió a una evaluación de sus posibilidades. La inactivación de los virus mediante los rayos gamma, además de eliminar la capacidad infecciosa de los productos alimenticios o farmacéuticos, puede conducir también a la obtención de vacunas con virus muertos que conservan sus propiedades antigénicas pero que han perdido su acción infecciosa. El problema de preparar vacunas con ayuda de las radiaciones ofrece gran interés ya que los actuales procedimientos de inactivación de los virus tienen ciertas desventajas.

## Tecnología y economía

En muchas de las memorias presentadas en la conferencia se examinaban problemas relacionados con el diseño y la construcción de fuentes idóneas de radiación para las diversas aplicaciones industriales. Se describieron detalladamente fuentes de cobalto de diversos tipos y se expuso y se discutió la experiencia adquirida con su empleo. Por ejemplo, una de las memorias versaba sobre los problemas que plantea un proyecto de irradiador móvil destinado a ser utilizado en los almacenes de patatas para impedir la germinación. También se estudió la eficacia y la utilidad respectiva de diversas fuentes de radiación. Además de las radiaciones más penetrantes, tales como los rayos gamma emitidos por el radiocobalto o los electrones artificialmente acelerados emitidos

por aceleradores de partículas, se tuvieron en cuenta los posibles usos de los rayos beta ordinarios derivados de productos de fisión. Muchos procesos industriales exigen un tratamiento superficial mediante radiaciones más bien que una irradiación penetrante y, para ellos, pueden resultar de especial utilidad las fuentes de irradiación beta de productos de fisión.

Con el problema del rendimiento tecnológico se encuentra relacionada la cuestión de los costos. La conferencia no sólo estudió las ventajas respectivas de diversos tipos de fuentes de radiación sino también la cuestión más amplia de si el tratamiento por irradiación resulta o no más atractivo desde el punto de vista económico que los métodos de tratamiento

tradicionales y en qué esferas puede serlo. También se examinaron las posibilidades de reducir los costos del tratamiento por irradiación en determinados sectores.

Por último, la conferencia permitió proceder a un intercambio general de información sobre los aparatos de irradiación instalados en diversos países y sobre la naturaleza de las aplicaciones experimentales y comerciales que actualmente se efectúan. Se procedió a una evaluación de la cuestión en su conjunto, así como de la situación general del consiguiente desenvolvimiento científico y tecnológico, y de las orientaciones que es probable que siga ese desenvolvimiento en un futuro próximo.

## PROGRESOS REALIZADOS EN LA FUSION TERMONUCLEAR

### NUEVA FUNCION DEL OIEA

En la actualidad, la fusión termonuclear controlada constituye la empresa más ardua que tiene ante sí la ciencia atómica, por razón no sólo de la gran complejidad del problema, sino también de los beneficios virtualmente infinitos que se espera lograr una vez se alcance ese objetivo. Las perspectivas son apasionantes; si se llega a provocar reacciones termonucleares controladas de las que pueda obtenerse una producción neta de energía, se habrá encontrado tal vez una solución permanente al problema que plantea las crecientes necesidades energéticas del mundo, ya que se conseguirá combustible de una fuente tan abundante como es el agua.

Sin embargo, el entusiasmo general con que fueron acogidas las primeras noticias relativas a esta posibilidad no encontró el debido contrapeso en una conciencia clara de las dificultades formidables que esa tarea supone. Los debates de la Conferencia celebrada el pasado año en Ginebra revelaron al gran público la índole de algunas de esas dificultades. Tanto durante la Conferencia como después de ella, los hombres de ciencia se han mostrado generalmente circunspectos en formular predicciones muy optimistas, y los informes publicados en el último año sobre el progreso de las investigaciones termonucleares justifican, por su parte, esta actitud de cautela.

Podría señalarse, sin embargo, que el hecho de que se haya atenuado, como era inevitable, el optimismo inicial, se debe solamente a que hoy se comprenden mejor las dificultades y, por consiguiente, los problemas fundamentales de orden científico y técnico de la fusión termonuclear. Y precisamente este mejoramiento progresivo de la comprensión, este aumento de conocimientos y experiencia, basados en una labor de investigación y experimentación continuas, constituyen la mejor garantía del éxito definitivo, del que apenas dudan los que se esfuerzan

por alcanzarlo. No obstante, el camino que conduce a ese éxito presenta dificultades evidentes y, en algunos aspectos, sigue siendo imprevisible.

El problema fundamental, como ya se sabe generalmente, consiste en calentar deuterio gaseoso a una temperatura a la que los núcleos se fusionen al moverse con una velocidad suficiente para vencer su mutua repulsión eléctrica y, al mismo tiempo, mantener el gas en un estado de extrema densidad, de suerte que los núcleos choquen unos con otros, se fusionen, liberen energía en forma de calor y provoquen así una especie de reacción térmica en cadena. La temperatura necesaria es extremadamente elevada, pero los hombres de ciencia confían en poder obtenerla mediante descargas eléctricas de fantástica potencia. Más difícil se presenta la tarea de lograr que el gas supercalentado, o plasma, como se le denomina cuando está totalmente ionizado, se comporte de un modo complaciente. Debe mantenerse en un estado de extrema densidad aun después de calentarlo a una temperatura de muchos millones de grados centígrados. En realidad, tiene que contenerse a sí mismo, por decirlo así; no debe tocar las paredes de su recipiente material, ya que con ello perdería parte de su calor y, además, provocaría la evaporación del recipiente.

Así se puso mejor de manifiesto la necesidad de proceder a un extenso intercambio de conocimientos y experiencias, a fin de precaver toda posible duplicación de las tareas y lograr progresos más rápidos, mancomunando las informaciones relativas a los resultados experimentales y conclusiones teóricas más recientes. El Comité Consultivo Científico del Organismo Internacional de Energía Atómica ha adoptado una importante medida en esa dirección al recomendar que el Organismo sirva de centro mundial de intercambio de informaciones sobre los progresos