

DESCOMPOSICION DEL OZONO DURANTE LA INTERACCION GAS-SOLIDO A TEMPERATURA AMBIENTE

E. Reguera, J. Molerio y C. Portilla.

Centro Nacional de Investigaciones Científicas, Avenida 25 y 158, Playa, Ciudad de La Habana, Cuba.

Recibido: 2 de enero de 1994.

RESUMEN. En este trabajo se discuten los mecanismos a través de los cuales tiene lugar la descomposición del ozono con énfasis en las reacciones que ocurren durante la interacción con compuestos sólidos. Finalmente, se describe el desarrollo y aplicación de un catalizador para la descomposición del ozono en efluentes gaseosos que opera a temperatura ambiente, con una capacidad de descomposición de 80 mg/g de catalizador. Los ensayos de laboratorio y el trabajo continuo durante más de dos años, no ha evidenciado síntomas de envenenamiento del catalizador.

ABSTRACT. In this paper the mechanisms through which gaseous ozone can be decomposed are discussed. Emphasis is given to those reactions observed during the ozone interaction with solid compounds. Finally, the development and application of a catalyst for ozone decomposition that works at room temperature, with a capacity of about 80 mg O₃/g of catalyst is described. No poisoning of this catalyst was observed from the laboratory tests and its practical use during more than two years.

INTRODUCCION

En las diversas aplicaciones del ozono, industriales, médicas, etc., este fuerte oxidante, generalmente se manipula en forma gaseosa, mezclado con aire u oxígeno, en dependencia del gas de partida y de la aplicación específica de que se trate. Por consiguiente, es muy frecuente que el efluente gaseoso residual contenga ozono. Una concentración de ozono en el aire de 0,015 ppm produce un fuerte y desagradable olor y para concentraciones mayores su inhalación resulta tóxica.¹ Algunos países fijan la concentración máxima permisible del ozono en el aire², en 0,1 ppm y por consiguiente, establecen estrictos controles sobre las diversas fuentes de contaminación.³

La presencia del ozono en el entorno del hombre, ocasiona otros efectos negativos, entre ellos, acelera el deterioro de artículos de goma y de algunos plásticos,⁴ muy frecuentes en la vida moderna. En consecuencia, uno de los problemas a resolver en las aplicaciones del ozono es encontrar un método eficiente para destruir el ozono residual. Esto normalmente se logra haciendo pasar dichos efluentes gaseosos por una zona muy caliente (a más de 330 °C)⁵ o a través de un filtro que contenga carbón activado. El primero de estos métodos consume energía y en el segundo ocurre la combustión del carbón. Una alternativa es obtener compósitos inorgánicos capaces de lograr la destrucción del ozono a temperatura ambiente. Con este fin se han reportados ensayos relativos al empleo de algunas arenas naturales,⁶ fibras cerámicas de hopcalita,⁷ metales nobles,^{8,9} óxidos metálicos,^{10,11} otros materiales inorgánicos tales como vidrios y cenizas,¹²⁻¹⁴ complejos de coordinación,¹⁵⁻¹⁸ etcétera.

En este contexto es que se enmarca el presente trabajo, en el cual se describe un compósito (mezcla) de óxidos de metales de transición y un aluminosilicato (caolín), en una proporción determinada, aglutinada con alcohol polivinílico, resultando un sólido microporoso que posee una elevada capacidad para destruir el ozono a temperatura ambiente. Al mismo tiempo, se discuten evidencias experimentales relativas al mecanismo por el cual tiene lugar dicho proceso.

Bases químico-físicas de la descomposición del ozono durante la interacción gas-sólido

El ozono es una molécula termodinámicamente inestable, liberando 34,5 kcal por mol de ozono que se disocia. Su descomposición puede ocurrir por diferentes vías: térmica, mecánica, fotolítica y químico-catalítica.

La descomposición térmica tiene lugar a cualquier temperatura, sin embargo, para el 100 % de descomposición del ozono residual, el termoreactor debe alcanzar una temperatura superior a los 330 °C.⁵ Por supuesto, que esta temperatura puede ser inferior pero a expensas de aumentar los tiempos de residencia del efluente gaseoso en la zona caliente.

La vía mecánica es aquella asociada a colisiones entre las moléculas de ozono y la superficie del sólido, e incluso durante las colisiones gas-gas. Este mecanismo está siempre presente, pero por sí sólo no es suficiente para asegurar una óptima eliminación del ozono residual.

La fotólisis ocurre con radiación de longitud de onda en el rango 200 - 300 nm,¹⁹ alcanzando su máximo en el entorno de los 254 nm, justamente en la zona de emisión de las lámparas de mercurio a baja presión. A través de este mecanismo la capa de ozono presente en las altas capas de la atmósfera protege al hombre y su entorno de la radiación ultravioleta solar. La fotólisis pudiera combinarse con sustancias catalíticamente activas para la descomposición del ozono, con lo cual aparecería una vía adicional de descomposición a través de los fotoelectrones emergentes de la superficie del sólido.²⁰ Los sitios de los cuales salen esos fotoelectrones quedarían activados para descomponer una molécula de ozono. Sin embargo, que se sepa, la combinación fotólisis-catálisis no ha sido explorada en la práctica y siempre sería más compleja que el simple uso de un catalizador a temperatura ambiente.

La vía catalítica está siempre asociada a una interacción de tipo químico-físico. La molécula gaseosa se adsorbe instantáneamente sobre la superficie activa, formándose un complejo activado inestable que se descompone rápidamente. Como promedio las reacciones observadas son:

