

IX. ADSORCIÓN Y TORRE DE CARBÓN ACTIVADO

9.1 OPERACIONES DE ADSORCIÓN

Las operaciones de adsorción se basan en la capacidad especial que poseen ciertos sólidos para hacer que sustancias específicas de una solución se concentren en la superficie de la misma. De esta manera, es posible separar unos de otros los componentes de soluciones gaseosas o líquidas. La adsorción es un fenómeno físico que depende mucho del área superficial y del volumen de los poros. La estructura del poro limita el tamaño de las moléculas que pueden ser absorbidas, y las áreas superficiales desarrolladas limitan la cantidad de material que puede adsorberse, suponiendo que tiene un tamaño molecular adecuado.

Las aplicaciones de la adsorción son muy diversas. En las separaciones gaseosas, la adsorción se utiliza para deshumidificar aire y otros gases, para eliminar impurezas u olores de gases industriales y para fraccionar mezclas de gases de hidrocarburos, entre otros usos.

9.2 PROPIEDADES DE LOS ADSORBENTES

Los sólidos adsorbentes por lo general se emplean en forma granular. Varían de tamaño, desde los 12 mm de diámetro hasta las 50 micras.

Los adsorbentes deben poseer propiedades adecuadas a la aplicación que se les va a dar. Por ejemplo, si se utilizan en un lecho fijo a través del cual pasará un fluido, no deben ocasionar una alta caída de presión de flujo, ni deben ser arrastrados fácilmente por la corriente del fluido.

Una característica esencial que deben poseer los adsorbentes es una gran superficie por unidad de peso. En la adsorción de gases, la superficie significativa está en la superficie de los poros internos de las partículas, aunque los poros son muy pequeños, su gran número suma una alta superficie de adsorción.

Por regla general, la capacidad de adsorción de un material disminuye con el tiempo. La disminución de la actividad de adsorción casi siempre se debe a la saturación del área de adsorción. La vida útil de un adsorbente es una consideración económica importante, que debe tenerse en cuenta a la hora de elegirlo. Es básico escoger un material no solo con una buena capacidad de adsorción, sino además con una larga vida útil y una regeneración práctica.

Además de las ya mencionadas, existen otras propiedades importantes, que aún no se comprenden totalmente. De ahí que sea necesario recurrir a la observación empírica para reconocer plenamente la capacidad de adsorción de un material.

9.3 CARBON ACTIVADO

El carbón adsorbente de gases es uno de los principales absorbentes de uso general. El carbón activado puede dividirse en dos clases principales: el que se aprovecha para la adsorción de gases y vapores, para los que se emplea material granulado, y el que se utiliza para la purificación de líquidos, empleando material en polvo.

Usos

El carbón activado cobró importancia desde su utilización en máscaras de gas debido a su capacidad para adsorber ciertos gases venenosos.

El carbón activado se emplea como decolorante, pero su mayor uso está en la purificación de soluciones, así como para la eliminación de los sabores y olores de las aguas (Austin, p. 161; 1988). También se emplea en los sistemas de acondicionamiento de aire, además en el control y la recuperación industrial de vapores de disolventes en mezclas gaseosas, y en el fraccionamiento de gases de hidrocarburos.

El carbón activado puede absorber casi cualquier solvente a más o menos 35 °C y liberarlo cuando se le calienta a 120 °C o más, para recuperar el solvente.

La caída de presión a través del carbón, en cualquiera de sus presentaciones, depende del tamaño promedio de partícula.

Producción

El carbón activado se prepara por carbonización de coque de petróleo, aserrín, lignito, turba, madera, cáscaras de nuez y de coco, y de semillas de fruta. Las propiedades del carbón producto quedan determinadas no sólo por la materia prima, sino por el método de activación aplicado.

Los carbones para adsorber vapores se utilizan en forma de gránulos duros, obtenidos a partir de cáscaras de coco, huesos de frutas, o carbón y carbón de madera aglomerados.

Activación

Para que funcione, el carbón debe activarse. La activación es un cambio físico por medio del cual la superficie del carbón se aumenta drásticamente por la eliminación de hidrocarburos. Existen varios métodos utilizados para lograr la activación. El más común es el de activación con vapor. Consiste en el tratamiento del material carbonáceo con gases oxidantes, tales como el aire, vapor o dióxido de carbono, en condiciones controladas para eliminar todos los hidrocarburos adsorbidos y algo de carbón, con la finalidad de aumentar el área superficial.

Otro método es el de activación química, que consiste en la carbonización de la materia prima en presencia de agentes químicos como el cloruro de zinc o el ácido fosfórico, para evitar que durante la carbonización se depositen hidrocarburos sobre la superficie del carbón.

Regeneración

Cuando el carbón activado ha quedado saturado, se produce una evaporación del gas adsorbido, y el carbón queda listo para volverse a utilizar.

9.4 PROPUESTA DE EMPLEO DE UN FILTRO DE CARBON ACTIVADO

En el presente trabajo de tesis, se supuso la combustión completa de un combustible residual, cuya oxidación no produce ningún hidrocarburo. Debido a que se realiza la combustión a una baja temperatura (180-200 °C), no se produce NO ni NO₂ (para que el nitrógeno del aire reaccione se requieren altas temperaturas y la cantidad de óxidos de nitrógeno procedentes del nitrógeno del combustible resulta despreciable).

Sin embargo, en el caso de que se llevara a cabo una combustión incompleta, y dadas las características del combustible utilizado, se obtuvieran hidrocarburos como producto, podría recurrirse al empleo de un filtro de carbón activado para la eliminación de los productos orgánicos (Austin, p. 41; 1988), cuya primera función sería la de adsorber de la corriente gaseosa los gases orgánicos arrastrados, tales como hidrocarburos, aldehídos, etc.

Más aún, el empleo de un filtro de carbono colocado entre las dos torres lavadoras de gas, podría tener una segunda función relativa a la eliminación de los óxidos de nitrógeno, si éstos se hallaran presentes dentro de los gases de combustión. La función del carbón activado sería la propiciar o favorecer la reacción de oxidación del NO a NO₂. El NO₂ se disociaría en presencia del agua en la primera torre lavadora, y saldría absorbido en el agua de lavado, pero el NO, que es prácticamente insoluble, pasaría conforme al

filtro de carbón activado, donde experimentaría una oxidación a NO_2 , el cual sería eliminado de la corriente gaseosa al entrar en contacto con el agua, en el segundo lavador.

Los estudios de adsorción física son útiles en la determinación de las propiedades de los catalizadores sólidos (Smith, p. 365; 1988). Así, en la torre de carbón activado se podrán evaluar experimentalmente las propiedades de área superficial y distribución de tamaños de poros de distintos catalizadores porosos, en base a mediciones de adsorción física.

El estudio de la cinética que se llevaría a cabo en la adsorción de hidrocarburos y en la reacción de oxidación del NO , queda fuera de los objetivos de este trabajo.

El empleo del filtro de carbón activado sólo queda propuesto, no habiéndose realizado diseño alguno sobre él.