

RECUPERACIÓN DE SOLVENTES EN FASE GAS CON CARBÓN ACTIVADO GRANULA

La recuperación de solventes mediante sistemas de carbón activado (CA) se basa en:

- A) La capacidad del carbón para adsorberlos con mucha eficacia cuando se encuentran diluidos en una corriente de aire.
- B) La posibilidad de desorberlos con facilidad con una cantidad relativamente pequeña de vapor de agua o de un gas inerte.

Por lo tanto, estos sistemas se componen de un ciclo de adsorción y otro de desorción.

TAMAÑO DE LA MOLÉCULA DEL SOLVENTE

La mayoría de los solventes tienen moléculas con un diámetro de 0.5 a 0.8 nm. Es decir, se adsorben con mayor eficacia en microporos.

CONCENTRACIÓN DEL SOLVENTE EN LA CORRIENTE DE AIRE

Puede estar entre algunos cientos de ppmv (partes por millón en volumen), hasta valores de % (v/v). Típicamente es de 1 a 2% (v/v).

Dicha concentración no debe estar dentro del rango de explosividad. Se recomienda que no pase del 50% del LEL (low explosion limit).

CARACTERÍSTICAS DEL CARBÓN ACTIVADO

Puede ser granular o pelet. En el primer caso suele ser de tamaño 4x10, 4x8, o 4x6. En el caso del pelet, generalmente es de 4 mm de diámetro, y en ocasiones de 3 mm.

El carbón debe tener una buena capacidad de adsorción de moléculas volátiles. Es decir, debe ser microporoso (de concha de coco) y de una área superficial grande.

Generalmente se utilizan carbones lavados con ácido. De esta manera se disminuye el contenido de cenizas, aumentando así su temperatura de ignición, y disminuyendo el riesgo de incendiamiento de la cama de carbón.

Cuando se incendia una cama de carbón, generalmente se producen daños muy considerables en el equipo, aún cuando se detecte el problema con rapidez y se actúe sin demora para extinguirlo.

Cuando el carbón va a reactivarse, debe tener una alta resistencia a la abrasión con el fin de evitar rompimientos dentro de lo posible.

CARACTERÍSTICAS DE LAS CAMAS DE CARBÓN

Pueden ser planas o anulares. Generalmente el lecho es fijo, pero puede ser fluidizado o rotatorio. Normalmente tienen una altura de 0.6 a 1.10 m. A mayor altura, mayor es la caída de presión, pero aumenta el tiempo del ciclo de adsorción y el porcentaje de utilización del carbón.

El carbón debe empacarse lo mejor posible para evitar canalización o flujo preferencial.

Normalmente se instalan dos camas en paralelo, de tal manera que mientras una se opera en ciclo de adsorción, la otra se desorbe.

EL PROCESO DE ADSORCIÓN

Es exotérmico. La capacidad del carbón disminuye si:

- A) La temperatura del carbón o del aire que entra aumenta.
- B) La humedad del aire es mayor.
- C) La humedad en la superficie del carbón es mayor. Por lo tanto, si se aumenta la temperatura, llega el momento en que se incendia la cama.

Para mejorar la capacidad del carbón:

1. Se enfría el aire cargado con el solvente antes de entrar al adsorbedor, especialmente en caso de que su temperatura haya aumentado en el soplador o ventilador que lo hace fluir.
2. Al finalizar el ciclo de desorción con vapor o con el gas inerte caliente (y antes de iniciar el de adsorción), se seca y se enfría la cama de carbón. Para esto, se hace circular por la cama, durante 10 a 20 min, una corriente de aire cuyo flujo es de 20 a 30% respecto al del aire en el ciclo de adsorción. De esta manera también se evita que al inicio del ciclo de adsorción escapen mayores cantidades de solvente, cosa que sucedería durante el tiempo que tardase la cama en enfriarse. Y más importante, se evita que la cama de carbón se incendie.
3. En caso de que la humedad relativa del aire a la entrada sea mayor al 60%, es necesario enfriarlo hasta lograr la condensación de parte de dicha humedad, y posteriormente calentarlo hasta una temperatura suficientemente arriba del punto de rocío (para lograr una humedad relativa menor que la original).

La velocidad superficial del aire a través de la cama, típicamente es de hasta 24 m/min , para pelets de 4 mm, y de hasta 18 m/min para pelets de 3 mm.

El ciclo de adsorción se termina cuando se alcanza el punto de ruptura en el efluente. Cuando este se detecta con un analizador continuo, es posible enviar una señal que cambie automáticamente a ciclo de desorción. En caso de no contar con el analizador continuo, el cambio de ciclos puede definirse por tiempo.

Cuando el aire cargado con solvente arrastra partículas o gotas de algún líquido, hay que eliminarlas por filtración, por choque o sedimentación, antes de la entrada al adsorbedor.

El flujo del aire en camas planas suele ser, en dirección descendente. La relación flujo-carbón suele ser de 4 a 32 mcm/1000 kgs de carbón.

CAPACIDAD EFECTIVA DEL CARBÓN

Es la diferencia entre la concentración del solvente en el carbón en el punto de ruptura y la concentración residual. Esta última es la que corresponde al final del ciclo de desorción.

DESORCIÓN

Además de realizarse con vapor de agua o con un gas inerte caliente, puede lograrse mediante vacío. Lo más común es el vapor de agua. Después de efectuada, los vapores se condensan y el solvente se separa del agua por decantación (si son inmiscibles) o por destilación.

El principal costo de un sistema de recuperación de solventes con vapor de agua, es el vapor. Por lo tanto, debe optimizarse la relación vapor utilizado / solvente recuperado.

El vapor o el gas caliente se hacen circular a contracorriente respecto al flujo del aire en el ciclo de adsorción. Con ello se hace más eficiente esta operación.

Al entrar el vapor en el adsorbedor, sucede lo siguiente en orden cronológico:

- A) El vapor condensa mientras el carbón y el equipo se calientan hasta la temperatura de saturación del vapor. En esta fase no sale el solvente del equipo.
- B) El vapor arrastra el solvente.
- C) El contenido de solvente en el vapor que sale del adsorbedor disminuye rápidamente. En esta etapa se purifica el carbón.

Para eficientar el uso del vapor, hay que eliminar (previo a su alimentación) el agua acumulada en el adsorbedor.

Después de condensar la mezcla de vapores que salen del adsorbedor, se reciclan los vapores no condensados hacia el adsorbedor que en ese momento se encuentra en ciclo de adsorción. Asimismo, después de separar el solvente del agua condensada, esta última se pasa por una torre empobrecedora para eficientar la recuperación de solvente.

PROBLEMAS ESPECÍFICOS

Es necesario tener cuidado especial con las cetonas ya que se oxidan en la superficie del carbón, formando ácidos orgánicos que son corrosivos.

También hay que seguir consideraciones específicas con hidrocarburos clorados, ya que se hidrolizan en la superficie del carbón, generando una cantidad de calor superior a la que se genera por la adsorción.