

RETROLAVADOS DE COLUMNAS EMPACADAS CON CARBÓN ACTIVADO GRANULAR (O CON CUALQUIER OTRO MEDIO GRANULAR)

El retrolavado es la operación de mantenimiento más importante para el correcto desempeño de una cama de carbón activado granular (CAG). Existen razones importantes, y no siempre detectables a simple vista, por las que es necesario retrolavar las camas de CAG. Entre ellas, las principales pueden ser:

- A) Eliminar los sólidos retenidos. La cantidad de sólidos suspendidos en el agua puede ser muy variable.
- B) Eliminar biomasa excesiva. Ésta se genera en todas las camas de CAG. Conforme las bacterias se reproducen, van tapando la cama, al igual que lo hacen los sólidos retenidos.
- C) Eliminar burbujas que se forman debido a cambios de temperatura, o por atrapamiento de aire, y que se atorran en la cama cuando el adsorbedor opera con flujo descendente. Las burbujas obstruyen la parte de la cama en la que se encuentran, y causan la canalización del flujo.
- D) Evitar la cementación o petrificación de la cama. Ésta se debe a la presencia en el agua de ciertas sustancias que pegan unas partículas de carbón con otras. Ejemplo de algunas de ellas son el carbonato de calcio, la biomasa y cierta materia orgánica natural. Este fenómeno ocurre en casi todos los adsorbedores, especialmente en los de flujo descendente, en los que este problema se acentúa debido a la presión del agua.

Si no se descompacta la cama con cierta frecuencia, llega el momento en el que ésta se petrifica y después se quiebra, provocando así, la canalización del flujo a través de las grietas. Cuando esto sucede, en el efluente aparece de pronto el contaminante que se estaba reteniendo, aparentando una saturación prematura de la cama.

El concepto básico de un retrolavado

En esencia, un buen retrolavado es aquel en el que se logran dos cosas: expandir la cama un 30 a 40%, y estratificar las partículas de carbón al finalizar la operación.

Para lograr lo primero, es necesario cerciorarse de que la cama se expanda, y no confiar simplemente en las gráficas reportadas por el fabricante. Dichas gráficas dan una idea aproximada de los flujos con los que se logran distintos porcentajes de expansión, pero debe hacerse un ajuste final para cada caso particular.

Si no se hace la verificación mencionada, se corre el riesgo de no lograr expandir la cama, o de que el carbón sea arrastrado hacia afuera del adsorbedor.

Cuando el retrolavado se efectúa correctamente, al expandirse la cama, las partículas de carbón se mueven hacia arriba y hacia abajo, restregándose entre sí, y logrando de esta manera una mejor y más rápida limpieza de su superficie.

Para evitar posibles pérdidas del carbón en caso de un retrolavado excesivamente fuerte, se coloca una malla que lo capte a la descarga de la línea por la que sale el agua de esta operación y se vigila que no salga el carbón. También hay que vigilar el agua que sale del retrolavado ya que, cuando ésta sale libre de partículas y de turbiedad, el carbón ha quedado limpio (libre de las partículas que estaban suspendidas en el agua y que quedaron atrapadas en la cama de carbón) y el retrolavado ha hecho su función.

En cuanto a la estratificación, ésta consiste en que al terminar de retrolavar, las partículas de carbón más grandes o más densas queden en la parte inferior de la cama, y las más pequeñas o menos densas queden en la parte superior. La estratificación es conveniente ya que al mantener el nivel relativo de las partículas de carbón dentro de la cama, ésta se va saturando de manera ordenada. Con esto, la ZTM se mantiene y avanza poco a poco. Si no se estratifican las partículas de carbón, se alcanza más pronto el punto de ruptura (punto en el que hay que cambiar el carbón). Para lograr la estratificación, hay que disminuir poco a poco el flujo de retrolavado.

La ventaja de carbones de mayor densidad

Aunque un carbón de mayor densidad requiere de un mayor flujo para expandirse, presenta la ventaja de que queda limpio en menos tiempo. Como resultado, aunque el flujo es relativamente alto, hay un ahorro de agua.

Por ejemplo, un carbón activado de densidad aparente de 0.55 g/cm^3 , cuyo rango de tamaño de partícula es 8×30 , típicamente no requiere más de dos minutos para quedar listo si se retrolava expandiéndolo un 30%. Por otro lado, un carbón del mismo tamaño, pero con una densidad de 0.45 g/cm^3 , puede requerir hasta diez minutos.

Frecuencia de los retrolavados

La frecuencia con la que se retrolavan los adsorbedores se determina con base en uno de los dos siguientes parámetros: una máxima caída de presión permisible o un intervalo de tiempo definido

El primer caso corresponde a equipos cuya cama se obstruye con relativa rapidez. Por ejemplo:

- Filtros-adsorbedores. Son adsorbedores que no se encuentran precedidos por un filtro y que tratan agua con una cantidad relevante de sólidos suspendidos. Esto es típico en plantas municipales de potabilización que cambian las camas de arena de filtros existentes, por camas de CAG. De esta manera, además de filtrar el agua, se retiene algún contaminante adicional como olor y sabor, y sin la necesidad de cambiar el equipo. El tamaño de partícula del carbón no se escoge buscando minimizar el requerimiento de retrolavados, sino el obtener un efluente cuya turbidez o contenido de sólidos suspendidos totales cumpla con una especificación.
- Adsorbedores con una fuerte actividad biológica, y que por lo tanto generan una gran cantidad de biomasa.

En los casos anteriores, mientras menor es el tamaño de partícula del carbón, mayor es la rapidez con la que se obstruye la cama. Si se trata de adsorbedores de flujo a presión, el retrolavado suele llevarse a cabo cuando la caída de presión alcanza 0.5 a 0.7 Kg/cm^2 .

En adsorbedores de flujo por gravedad, el retrolavado se realiza cuando el nivel del agua sobre la superficie de la cama aumenta alrededor de 1.0 a 1.5 m respecto al nivel que tenía cuando la cama estaba limpia y este último normalmente es de 1.0 a 1.5 m sobre la superficie de la misma.

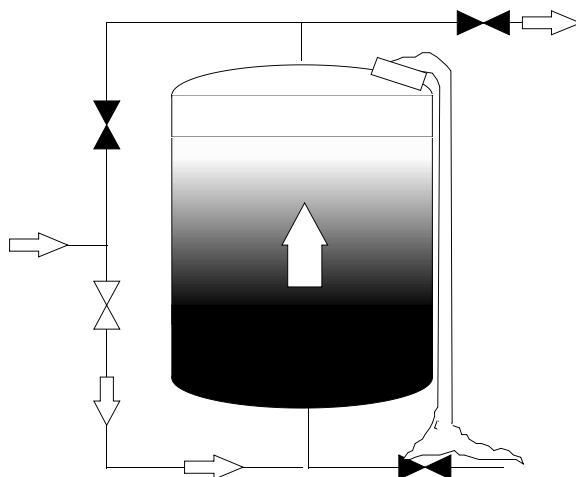
Este aumento de nivel es una medida del aumento en la caída de presión.

Cuando un adsorbedor se obstruye con relativa lentitud, la caída de presión deja de ser la señal más adecuada para realizar el siguiente retrolavado. Entonces se hace necesario definir un período de tiempo entre uno y otro retrolavado, tal que se evite la cementación de la cama o el atrapamiento excesivo de burbujas. Esto se realiza con base en la observación y en la experiencia. Sin embargo, como mínimo, hay que retrolavar una vez por semana. Procedimiento para verificar la correcta expansión de la cama en adsorbedores de flujo a presión que cuentan con registro superior.

Esto se realiza, sólo al poner en operación una cama nueva de carbón o en los cambios de estación en lugares en los que la temperatura varía sensiblemente a lo largo del año.

Cuando se trata de un carbón que se acaba de instalar, es necesario haberlo dejado inundado el tiempo suficiente (mínimo 24 horas) para que haya desprendido la mayor parte del aire de los poros. De lo contrario, el carbón será arrastrado hacia arriba aún con un pequeño flujo de retrolavado.

El flujo de retrolavado debe iniciarse poco a poco, hasta llegar al requerido para lograr la expansión de 30 a 40%. En equipos de flujo a presión, que cuentan con registro en la tapa superior, la verificación de que se está logrando lo anterior se hace retrolavando con el registro superior abierto, como se muestra en la figura.



Retrolavado con el registro superior abierto

El agua saldrá por dicho registro, y aunque ello parezca algo fuera de orden, sólo por ahí se puede observar y tocar la cama. Al meter el brazo dentro del equipo y tocar la cama, el momento en el que empieza la expansión es aquel en el que se pierde el apoyo. Posteriormente se sienten las partículas de carbón fluidizadas que chocan con la piel, y por lo tanto se detecta hasta qué nivel se ha expandido la cama.

Cuando se logra expandir la cama correctamente, el agua del retrolavado sale al principio muy concentrada en sólidos suspendidos, pero en poco tiempo vuelve a salir tan cristalina y transparente como aquella del influente. En ese momento se ha logrado una buena limpieza de la cama. Cuando no se logra expandir la cama, el agua del retrolavado también sale concentrada en sólidos, aunque en menor grado que en el caso de una operación correcta, pero tarda mucho tiempo -algunas decenas de minutos- en volver a salir transparente. Sin embargo, en este último caso la cama no se ha limpiado adecuadamente, y en un tiempo relativamente corto volverá a requerir del retrolavado. Por otro lado, no se logrará la descompactación, por lo que terminará fracturándose y el flujo se canalizará.

Una vez que se ha encontrado el flujo correcto, los siguientes retrolavados se hacen sin necesidad de observar lo que sucede dentro del adsorbedor.

Procedimiento para verificar la correcta expansión de la cama en adsorbedores de flujo a presión que no cuentan con registro superior (como es el caso de la mayoría de los tanques de fibra de vidrio)

Ya que no es posible verificar lo que ocurre dentro de estos equipos mientras se operan, hay que determinar el flujo correcto de retrolavado de manera estimada.

Para empezar, no es conveniente que cuenten con toberas superiores a las que se les denominan “distribuidores”, y que se instalan para evitar que el carbón sea arrastrado durante el retrolavado. No lo es, ya que dichas toberas se tapan con mucha facilidad, tanto durante la operación en flujo descendente como en el retrolavado (se tapan con un número mínimo de partículas, que en el caso de los retrolavados, es normal que sean arrastradas por el agua: pueden ser pedazos fracturados del mismo carbón o partículas de carbón que han perdido densidad al reaccionar con el cloro). Además, no permiten verificar que se expanda la cama correctamente.

No teniendo las mencionadas toberas superiores, en el primer retrolavado, se va aumentando el flujo poco a poco, hasta que se observe que las partículas de carbón salen arrastradas con el agua de retrolavado. En ese momento se sabe que a dicho flujo, la cama se ha expandido el porcentaje que corresponde a la altura que se dejó libre dentro del equipo. Comparando estos valores con la gráfica proporcionada por el fabricante, se puede estimar la forma de la curva real de expansión de cama, para inferir de esta manera el flujo aproximado que se requiere para expandir 30 a 40%.

Cuando el flujo es insuficiente para expandir la cama

El flujo de retrolavado suele ser 4 a 15 veces mayor que el del ciclo de adsorción, dependiendo de la densidad aparente y del tamaño de partícula del carbón. En ocasiones no se cuenta con la bomba necesaria para desplazar el flujo requerido para expandir la cama de carbón. También puede suceder que el abastecimiento de agua sea insuficiente. En estos casos, una alternativa que permite efectuar un retrolavado efectivo sin la necesidad de expandir al carbón, consiste en alimentar aire comprimido a través de un distribuidor que se instala para este fin a nivel de la parte inferior de la cama, pero sobre las camas de grava en caso de que éstas existan. Se alimenta al mismo tiempo el flujo de retrolavado y el aire. El flujo de aire debe ser tal que su velocidad superficial respecto al área de sección transversal del adsorbedor sea de entre 60 y 80 m/h.

El agua de retrolavado es insuficiente para expandir la cama, ya que suele ser igual que el flujo del ciclo de adsorción. El aire promueve una turbulencia tal que remueve las partículas de carbón, y el agua acarrea los sólidos suspendidos.

Diseño de adsorbedores para evitar la necesidad de mayor flujo de retrolavado respecto al flujo de operación

Esto puede lograrse instalando, en lugar del equipo requerido, dos o más equipos de menor tamaño, conectados en paralelo. Cuando se va a retrolavar, todo el flujo de operación normal se dirige a cada equipo, uno por uno. Hay que calcular que dicho flujo total sea suficiente para expandir la cama de cada equipo.
