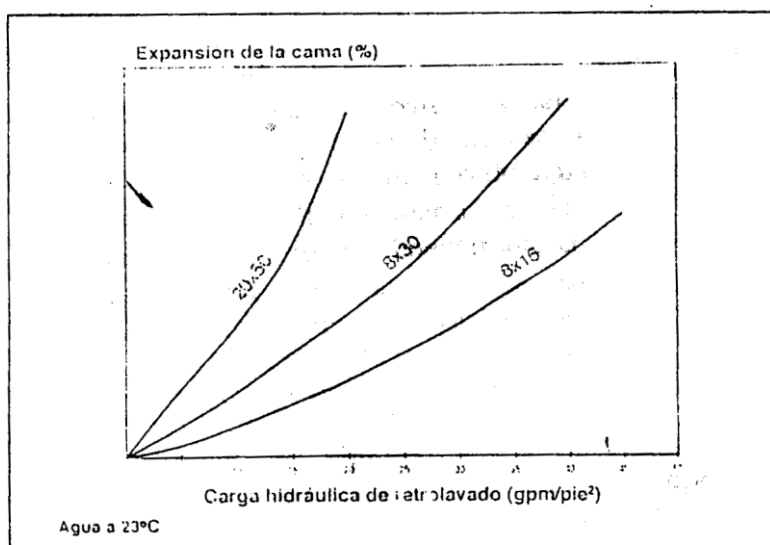


El concepto básico de un retrolavado

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

Cuando se logra expandir la cama, las partículas de carbón se mueven hacia arriba y hacia abajo, restregándose entre si y logrando de esta manera una mejor limpieza de la superficie. Es necesario cerciorarse de que la cama se expanda y no confiar simplemente en las graficas aportadas por el fabricante. Un ejemplo de dichas graficas se muestra en la figura, estas 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.



Cuando 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. No es raro el caso de usuarios que detectan prematura y repentinamente la presencia del contaminante en el efluente y que, al inspeccionar el interior del equipo encuentran que el carbón se ha ido.

Una alternativa para evitar los arrastres de carbón en el retrolavado es instalar una malla a cierta distancia de la parte superior de la cama. La distancia debe permitir la expansión en el retrolavado; sin embargo esta malla puede ocasionar otros problemas, como que se obstruya con rapidez o que no permita detectar si el flujo de retrolavado es demasiado intenso. Este último caso es casi tan malo como no lograr expandir la cama, pues toda ella se aglutina como un bloque en la malla superior.

Además, la malla no permite tocar la cama de carbón y dificulta la verificación de que se está logrando la expansión requerida. Tampoco permite hacer una inspección visual de la superficie de carbón para detectar problemas. Ya que el control adecuado del flujo de retrolavado no es difícil, esta malla no es recomendable.

Anteriormente, el agua de retrolavado generalmente se enviaba al drenaje o a algún cuerpo de agua (río, lago o infiltración). Actualmente la escasez de agua y por lo tanto su alto precio, así como las normas de calidad de las aguas residuales, han derivado en la reutilización del agua de retrolavado o en su uso para otra aplicación dentro de la misma planta.

Una vez que se ha encontrado el flujo correcto, los siguientes retrolavados pueden hacerse sin necesidad de observar lo que sucede dentro del adsorbedor; es importante, sin embargo, volver a verificar la expansión trimestral o semestralmente, pues las condiciones de flujo y del mismo carbón pueden cambiar. Un CAG con un coeficiente de uniformidad muy grande tiene partículas de muy diversos tamaños y corre el riesgo de que, al retrolavarse, las partículas mayores aun no se fluidicen, cuando las menores están al borde de ser arrastradas hacia fuera del equipo. Por esta razón la norma ANSI/AWWA B604-90 apéndice A señala que el coeficiente de uniformidad de un CAG para tratamiento de agua no debe ser mayor a 2.1.

En cuanto a la estratificación, esta consiste en que al terminar de retrolavar, las partículas de carbón más grandes o más densas quedan en la parte inferior de la cama y las más pequeñas o menos densas quedan en la parte superior. La estratificación es conveniente ya que al mantener el nivel aproximado de las partículas de carbón dentro de la cama, esta 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. Para lograr la estratificación hay que disminuir poco a poco el flujo de retrolavado. Cuando el coeficiente de uniformidad de un CAG es muy pequeño, sus partículas tienen un tamaño parecido y puede hacerse imposible la estratificación. El flujo requerido para el retrolavado suele ser entre 4 y 15 veces mayor que el del ciclo de absorción, dependiendo de la densidad aparente y del tamaño de la partícula de carbón.

En ocasiones no se cuenta con la bomba necesaria para desplazar este flujo; también puede suceder que el abastecimiento de agua sea insuficiente y en estos casos una alternativa que permite efectuar un retrolavado efectivo, sin necesidad de expandir el 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, o dentro de las camas superiores de grava en caso de que estas existan. Se alimenta al mismo tiempo el flujo de retrolavado y el aire. El aire promueve una turbulencia tal que remueve las partículas de carbón y el agua acarrea los sólidos suspendidos.

Otro elemento de apoyo para lograr una buena limpieza de la cama, cuando el retrolavado no logra eliminar todo el lodo o algún otro sólido de la parte superior de la misma, es un sistema de chorros de agua que se dirigen hacia distintos puntos de la superficie. El objetivo de los mismos consiste en romper las costras o las bolas de lodo, para que puedan ser arrastradas por el flujo de retrolavado.

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, adsorben contaminantes, como los que causan olor y sabor, sin la necesidad de cambiar el equipo. El tamaño de partícula de carbón no se escoge buscando minimizar el requerimiento de retrolavados, sino obtener un efluente cuya turbidez o contenido de sólidos suspendidos totales cumpla una especificación.
- Adsorbedores con una fuerte actividad biológica que, por lo tanto, generan una gran cantidad de biomasa.
- Adsorbedores precedidos por un filtro que no retiene con eficiencia las partículas suspendidas, las cuales pasan al adsorbedor.

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 $0,7 \text{ Kg./cm}^2$. En adsorbedores de flujo por gravedad, el retrolavado se realiza cuando el nivel del agua sobre la superficie de la cama aumenta alrededor de 1,5 mts. respecto al nivel que tenía cuando la cama estaba limpia (y este último normalmente es de 1,0 a 1,5 mts. 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 periodo entre uno y otro retrolavado, para que se evite la cementación de la cama, el bloqueo de los poros del carbón con cal (en caso de que esta se utilice para ablandar el agua) o el atrapamiento excesivo de burbujas; esto se realiza con base en la observación y en la experiencia.

A manera de referencia, es común el criterio de retrolavar las camas de carbón cada 24 horas de operación como máximo. Sin embargo, también existen muchos usuarios que lo hacen cada dos días, cada 60 horas o una vez por semana, obteniendo resultados satisfactorios. Esto quiere decir que la diferencia obtenida entre el agua de un lugar y otro no permite establecer con frecuencia única que sea la óptima para todos los casos.

Procedimiento para efectuar un retrolavado

Antes de iniciar el retrolavado, la cama de carbón debe estar completamente inundada, de no ser así en lugar de expandirse esta se desplaza hacia arriba como un pistón. De acuerdo con las leyes de la hidráulica, la presión que registra el flujo de retrolavado en la tubería por la que se alimenta aumenta en proporción al área de sección de la cama. Por lo tanto, ese pistón que corresponde a la cama de carbón sube con una fuerza tal que en adsorbedores de flujo a presión puede romper partes internas y dañar el mismo cuerpo del adsorbedor.

El fluido 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, la verificación de la expansión se puede hacer retrolavando con el registro superior abierto, el agua saldrá por dicho registro, solo por ahí se puede observar y tocar la cama. Al meter el brazo dentro del equipo y tocar la cama, el momento en que empieza la expansión es aquel en el que se pierde el apoyo. Posteriormente se observan y se sienten las partículas de carbón fluidizadas que chocan con la piel y por lo tanto se detecta hasta que nivel se ha expandido la cama.

Una alternativa que permite cerciorarse de que la cama se expanda, sin la necesidad de abrir el registro superior, consiste en aumentar el flujo de retrolavado de manera gradual, hasta que se detecten las primeras partículas de carbón en el efluente. En este punto se ha encontrado el flujo con el que se expande la cama el porcentaje que corresponde a la distancia entre su parte superior y la tubería del distribuidor superior. Con este dato y con ayuda de la gráfica de por ciento de expansión de la cama, puede estimarse la carga hidráulica requerida para lograr la expansión adecuada.

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 cristalina y transparente. En este momento se ha logrado una buena limpieza de la cama y hay que disminuir paulatinamente el flujo de retrolavado para que las partículas de carbón se estratifiquen.

Cuando no se logra expandir la cama, el agua de 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; además no se logrará la descompactación, por lo que terminará fracturándose y el flujo se canalizará.

Hay que hacer notar que en lugares en los que la temperatura varíe notablemente a lo largo del año es necesario ajustar el flujo de retrolavado, ya que la densidad del agua varía junto con la temperatura. En estos casos es conveniente hacer una gráfica que le permita al operador hacer los ajustes de acuerdo con la temperatura registrada.

Es importante inspeccionar el interior de los adsorbedores cada cierto tiempo con objeto de detectar problemas, para poder hacer una observación adecuada hay que drenar el agua del equipo, entre lo que puede saltar a la vista está:

- Lodo sobre la superficie: esto significa que no se está logrando expandir la cama, o bien que, aunque si se logra, el flujo es insuficiente para expulsar el lodo. En este último caso puede retirarse con rastrillo y normalmente no se podrá evitar la eliminación de una pequeña capa de carbón superficial.
- Bolas de lodo: estas se forman como consecuencia del problema anterior, al hacerse más pesadas terminan por hundirse, haciendo más difícil su detección y eliminación.
- Petrificación y agrietamiento de la cama: cuando se petrifica una cama es posible que se perciba un hundimiento irregular de la misma; posteriormente se quiebra o canaliza. Pueden haberse petrificado solo algunas partes formando bloques de carbón independientes. Una vez que ha ocurrido la petrificación, un buen retrolavado difícilmente será capaz de descompactar toda la cama, entonces hay que retrolavar y al mismo tiempo romper los bloques de carbón.
- Cal sobre la cama: es un signo de que no se está logrando una buena expansión en el retrolavado.
- Pérdida de carbón debido a arrastres hacia fuera del equipo durante el retrolavado.
- Ruptura del carbón: en el caso de carbones poco duros, estos pueden romperse durante los ciclos de adsorción o de retrolavado. Cuando esto sucede, además de que el nivel de la cama va disminuyendo se nota que cada vez existe mayor cantidad de partículas pequeñas.

La inspección además permite verificar que no existan puntos de oxidación en el interior del equipo o alteraciones en el distribuidor superior que puedan provocar canalización.

Hay que resaltar que los retrolavados erosionan el carbón y por lo tanto generan finos que después son acarreados hacia fuera del adsorbedor. Estas pérdidas de carbón se traducen en la disminución del nivel de la cama. Mientras más duro es el carbón menor será la disminución. Para tener un punto de referencia, un adsorbedor con una cama de 70 cm. de altura de carbón de cáscara de coco, que se retrolava adecuadamente cada cuatro días, pierde entre 1,3 y 1,9 cm. por año; es decir, entre 1,9 y 2,7 por ciento anual.

En el caso de un carbón poco resistente, las pérdidas pueden ser mucho mayores. Si se conoce la cantidad normal que puede perderse en condiciones óptimas, y en la operación se encuentran valores mayores entonces hay que buscar la causa y corregirla.

Cabe añadir que los carbones más densos (más duros) requieren de mayores flujos de retrolavado para que se expandan. Sin embargo, mientras mayor es el flujo de retrolavado, la cama se limpia en menor tiempo, ya que las partículas retenidas se desprenden y eliminan con mayor rapidez. Como resultado global, mientras más denso es el carbón, la cantidad de agua utilizada para retrolavarlo adecuadamente es sustancialmente menor.