

CAPACITACIÓN

Carbotecnia
PURIFICACIÓN AVANZADA

¿Por qué fallan los equipos con carbón activado granular?



IMPARTIDO POR:
Ing. Germán Groso



CAUSAS

SEÑALES

SOLUCIONES PRÁCTICAS

WWW.CARBOTECNIA.INFO
VENTAS@CARBOTECNIA.COM.MX

CALLE B NO. 2105, INT.A
C.P. 45134, ZAPOPAN, JALISCO, MÉXICO
TEL. +52 (33) 3834 0906

PROBLEMAS OPERATIVOS DE CAMAS DE CAG EN EL TRATAMIENTO DE LÍQUIDOS

Capacitación en vivo

Carbotecnia

¿Por qué fallan los equipos con carbón activado granular?

5 MAYO 2026

10:00 AM HORA CDMX

CAUSAS SEÑALES SOLUCIONES PRÁCTICAS

IMPARTIDO POR:
Ing. Germán Grosó

En Carbotecnia estamos convencidos de que compartir el conocimiento nos enriquece a todos. Cuando compartimos, quienes nos rodean nos comparten también, incluyendo a nuestra competencia. Si uno de nuestros conceptos es erróneo, alguien nos lo hará saber.



Es común que en la operación diaria surjan imprevistos que parecen desafiar la lógica. No falta quien desprecie la teoría aprendida en el aula o en el centro de investigación, bajo el argumento de que en la planta productiva manda la realidad y no los libros. Esto es un error. Para entender un fenómeno hay que aislarlo, pero en la planta, los fenómenos no ocurren solos.

El fenómeno de adsorción y la velocidad con la que esta se lleva a cabo se estudia desde la termodinámica y la cinética. En la operación del absorbedor a escala industrial, además intervienen:

- Fenómenos de transporte (estudia la difusión externa de adsorbatos entre el seno del líquido y las paredes de los granulos de carbón).
- Equilibrio de fases (Ley de Henry, que estudia la desorción de gases disueltos).
- Electroquímica (estudia la corrosión galvánica que ocurre cuando un absorbedor de acero al carbón no tiene recubrimiento adecuado).
- Mecánica de fluidos, tanto en hidráulica (estudia la caída de presión del fluido en la cama de CAG) como en hidrodinámica (estudia las condiciones en las que ocurre la canalización).
- Química de disoluciones y termodinámica química (estudian la precipitación de sales de un agua con tendencia incrustante).
- Ciencia de materiales y mecánica de sólidos (estudia la resistencia mecánica del recipiente, ante alta presión o colapso ante vacío).
- Microbiología industrial (estudia el desarrollo de bacterias en la cama de CAG).

La ingeniería y la operación de plantas productivas son artes que requieren del conocimiento que generan estas ciencias.



Problemas que ocurren después de un tiempo en que el adsorbedor ha operado correctamente

Problemas que ocurren después de un tiempo en que el adsorbedor ha operado correctamente

CAUSA	PROBLEMA	SEÑALES	SOLUCIÓN
El retrolavado no está logrando expandir la cama.	Con el tiempo, la cama se petrifica, se quiebra y el flujo se canaliza.	Aparente agotamiento prematuro de la cama de CAG.	Retrolavar con el flujo suficiente. Si no contamos con la bomba que logre expandir la cama al retrolavar, podemos considerar el retrolavado con asistencia de aire, que requiere de un flujo de agua sustancialmente menor. En cualquier caso, es importante retrolavar con la frecuencia adecuada.
La solución acuosa que tratamos tiene tendencia incrustante.	Los gránulos de CAG van sufriendo incrustaciones por carbonatos.	Agotamiento prematuro de la cama de CAG.	Disminuir el ISL (suavizando o disminuyendo pH) o tomar en cuenta que la vida útil del CAG será menor que la esperada.
Momentos de contraflujo, combinados con: ambiente no controlado bacteriológicamente, goteras en la parte baja del adsorbedor o en la tubería del efluente; tomas de muestra sin colas de cochino; descarga cercana del líquido tratado.	Desarrollo bacteriano en la cama de CAG.	Presencia de bacterias en el agua tratada. Después de cierto tiempo, se manifiesta olor a drenaje en el agua tratada.	Eliminar contraflujo mediante válvulas check; eliminar goteras; colocar colas de cochino en los puntos de toma de muestra del efluente del adsorbedor; controlar bacteriológicamente el espacio en el que se encuentra el adsorbedor y su descarga. Desinfectar correctamente y con la frecuencia requerida (cuando un análisis del efluente del adsorbedor muestra presencia inadmisible de bacterias).
Acumulación de aire en la parte alta del adsorbedor.	El aire causa que el agua no se distribuya en toda el área de sección transversal del adsorbedor. Se crean zonas de flujo muy bajo y zonas de flujo muy alto. Va creciendo la cantidad de aire atrapada hasta que llega el momento en el que no toda la cama de CAG está inundada, y el TCCV disminuye.	Aparente agotamiento prematuro de la cama de CAG.	Colocar eliminadores de aire automáticos o abrir el venteo del adsorbedor o de la línea de alimentación y permitir la salida de gases con regularidad.

CAUSA	PROBLEMA	SEÑALES	SOLUCIÓN
Haber colocado toberas microrranuradas en la parte superior del adsorbedor.	Estas no permiten expulsar sólidos (lodo que se forma por cohesión y partículas de CAG desprendidas por erosión). Luego la cama deja de expandirse al retrolavar. La cama se petrifica y el flujo se canaliza.	Aumenta la caída de presión del líquido que circula por el adsorbedor. El flujo disminuye. Se forman "bolas de CAG con lodo" que se van haciendo más grandes. Luego aparentemente se agota la cama de CAG de manera prematura. Al abrir el adsorbedor, se encuentra lodo en la parte superior. El cambio de la cama de CAG y de la cama de grava de soporte se vuelve bastante más complicado.	Quitar las toberas superiores.
Velocidad de flujo excesiva o CAG con insuficiente resistencia mecánica o alto tiempo de operación cuando el CAG está reaccionando con un oxidante.	El CAG se erosiona excesivamente.	Los filtros de cartucho posteriores al adsorbedor reciben más partículas de carbón que en condiciones normales. Estos filtros se pintan de negro. El efluente tratado también puede llevar partículas muy finas.	Disminuir la velocidad de flujo (colocando otro u otros adsorbedores en paralelo), cambiar el CAG por uno con mayor resistencia mecánica (dureza) o cambiar el CAG con mayor frecuencia.
Deterioro de una tobera inferior.	Fuga importante de partículas de CAG en el efluente.	Presencia de una gran cantidad de partículas de CAG en los filtros pulidores o en el líquido tratado.	Sacar las camas del adsorbedor, revisar el distribuidor inferior y sustituir las toberas deterioradas.
Contraflujo por falta o falla de una válvula check en la línea de alimentación que viene de un nivel inferior.	Se genera vacío en equipos y tuberías.	El adsorbedor colapsa si el sistema no cuenta con una válvula rompedora de vacío en buen estado y bien dimensionada.	Colocar válvula rompedora de vacío bien dimensionada y colocar o reparar válvulas check.
Exceso de presión hidráulica en el sistema.	Rupturas en el adsorbedor o en otras partes del tren de tratamiento.	Fuga de líquido a presión.	Colocar válvula de alivio. Analizar el sistema de bombeo.
Golpe de ariete (debido a que se cierra una válvula al final de una tubería larga en la alimentación).	Causa una alta elevación de la presión que provoca vibraciones.	Vibración de las tuberías y posibles ruidos en el interior del adsorbedor (la onda de choque provoca turbulencia en las camas y en todo el interior).	Aplicar lo pertinente para evitar el golpe de ariete: cámaras de aire (o amortiguadoras), válvulas de cierre lento; cámaras de oscilación; velocidad variable en la bomba.

CAUSA	PROBLEMA	SEÑALES	SOLUCIÓN
Adsorbedor construido en acero al carbón y deterioro del recubrimiento epóxico interno.	Oxidación del recipiente. Ocurre porque el acero al carbón al contacto con el carbón activado granular y con el agua forman una celda galvánica en la que el acero al carbón desempeña el papel de ánodo (que se oxida).	Presencia de partículas de hidróxido férrico en el líquido tratado; coloración rojiza. Presencia de chipotes de oxidación internos. Las paredes del recipiente terminan picándose.	Si el recipiente aún no ha experimentado un daño estructural, someterlo a sandblasteo y re aplicación de recubrimiento epóxico con métodos adecuados.
Altura de cama baja en relación a la altura de la ZTM.	Muy pronto se alcanza el punto de ruptura.	Prematuramente, el efluente del adsorbedor no cumple con la especificación de calidad.	Aumentar la altura de la cama de CAG, ya sea en el mismo adsorbedor, o en otro conectado en serie.
Desprogramación o descompostura de la válvula de instalación superior o del PLC que controla las válvulas de las tuberías.	El adsorbedor deja de retrolavarse o no se retrolava con la frecuencia requerida o a la hora adecuada.	Si el adsorbedor deja de retrolavarse, la cama de CAG termina cementándose, quebrándose y el flujo se canaliza. Si sucede esto, ocurre un aparente agotamiento prematuro de la cama de CAG.	Revisar la válvula de instalación superior o el PLC con frecuencia. Colocar reguladores de voltaje, supresores de picos, nobreaks o tierras físicas adecuadas. Reprogramar la válvula o el PLC. Cambiar tarjetas si es necesario.



Problemas que ocurren desde el arranque

Problemas que ocurren desde el arranque

CAUSA	PROBLEMA	SEÑALES	SOLUCIÓN
Instalación de un CAG virgen.	Las sales que provienen de la materia prima o del proceso de activación se disuelven en la solución acuosa que se trata.	El pH de la solución tratada se modifica (casi siempre aumenta) y los SDT aumentan.	Descartar el líquido hasta que el pH se normalice. Darle otro uso al líquido descartado. Se puede acelerar la lixiviación de sales inundando la cama de CAG en una solución adecuada (por ejemplo, en solución de ácido fosfórico).
Instalación de un CAG mineral virgen que contenga sulfuros.	Los sulfuros se disuelven en la solución acuosa tratada.	Olor a sulfuro de hidrógeno en el líquido tratado.	Descartar el líquido hasta que desaparezca el olor o acelerar su disminución, inundando el CAG en una solución ácida. Adquirir carbones activados con certificado NSF 61 (no tienen sulfuros solubles que generen el aroma).
El CAG no tiene el tamaño de poro adecuado.	El carbón no adsorbe con eficacia los compuestos que requerimos que adsorba.	El efluente del adsorbedor no cumple con la calidad que se busca.	Cambiar de carbón activado.
TCCV demasiado bajo.	El CAG no alcanza a disminuir la concentración de adsorbatos de acuerdo con lo que requerimos.	El efluente del adsorbedor no cumple con la calidad que se busca.	Aumentar el volumen de la cama de CAG en el mismo adsorbedor (en caso de que haya espacio para ello, sin comprometer el espacio requerido para expandir la cama) o colocar uno o más adsorbedores complementarios (revisar si conviene conectarlos en serie o en paralelo).
Velocidad de flujo demasiado baja (menor a 1 gpm/ft ²).	El flujo llega a ser laminar, lo que incrementa sustancialmente la resistencia a la difusión externa de adsorbatos entre el seno del líquido y las paredes de los gránulos del CAG.	El efluente del adsorbedor queda lejos de cumplir con la calidad que se busca.	Instalar la cama de CAG en adsorbedores de menor diámetro conectados en serie (para mantener el volumen de la cama y aumentar la velocidad de flujo).

CAUSA	PROBLEMA	SEÑALES	SOLUCIÓN
Viscosidad demasiado alta del líquido a tratar.	La resistencia a la difusión externa e interna de adsorbatos aumenta enormemente.	El efluente del adsorbedor queda lejos de cumplir con la calidad que se busca.	Revisar si es viable calentar el líquido y si el aumento de temperatura disminuye la viscosidad lo suficiente. La viabilidad no solamente es económica; implica que al calentar, el líquido no sufra descomposición o genere moléculas indeseables.
CAG de mala calidad.	Los problemas dependerán del parámetro que no cumpla el carbón.	La señal dependerá del parámetro que no cumpla el carbón activado.	Adquirir carbones activados de calidad reconocida, o de empresas que cuentan con un Sistema de Gestión de Calidad y que entregan certificados de calidad por lote.