

MÓDULO: C. DE LAS AGUAS

TEMA: CARBÓN ACTIVO

DOCUMENTACIÓN ELABORADA POR:

NIEVES CIFUENTES

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ADSORCIÓN	1
3. CARBÓN ACTIVO.....	2
4. CARBÓN ACTIVO EN POLVO.....	3
5. CARBÓN ACTIVO EN GRANO	4
6. REGENERACIÓN	4
7. ASOCIACIÓN POLVO-GRANO.....	5

1. INTRODUCCIÓN

El carbón activo es un producto capaz de fijar por adsorción moléculas orgánicas en su superficie. Esta propiedad es lo que posibilita la utilización del carbón activo en el tratamiento de aguas para eliminar contaminantes orgánicos disueltos, como detergentes, colorantes, disolventes clorados, fenoles, derivados aromáticos, iones metálicos, sabores, olores, etc.

2. ADSORCIÓN

La adsorción es la capacidad de ciertos materiales de retener moléculas (gas, iones metálicos, moléculas orgánicas, etc.) en su superficie de una manera reversible.

La adsorción se puede explicar en términos de tensión superficial del carbón: las moléculas en el interior de cualquier sólido están sometidas a fuerzas iguales en todas direcciones. Como en la superficie las fuerzas están desequilibradas, este desequilibrio sólo puede ser compensado por otras moléculas que se fijan a la superficie.

Se trata, por tanto, de una transferencia de masa de la fase líquida hacia la superficie sólida en la que el compuesto tiende a unirse mediante unas fuerzas, relativamente débiles, conocidas como fuerzas de Van der Waal. Al intervenir estas fuerzas, se trata de una adsorción física que es reversible, pudiendo ser las moléculas adsorbidas liberadas (proceso de desorción o regeneración).

La capacidad de adsorción de un adsorbente frente a una sustancia determinada depende de:

- Superficie específica del material. La superficie específica se mide en m^2/g . Cuanto mayor sea mayor será la capacidad de adsorción.
- Concentración de la sustancia en solución.
- Del tiempo de contacto de las fases sólida y líquida.
- De la afinidad de la superficie por la sustancia, que es a su vez función del pH. Unas sustancias se adsorben mejor a pH ácidos y otras a pH alcalinos. Para determinar las condiciones óptimas de diseño en un caso concreto es necesario hacer ensayos analíticos.
- De la temperatura: a mayor temperatura peor adsorción.

Tipos de adsorbentes

- Adsorbentes naturales: arena, sílice, bentonita, etc. Poseen superficies específicas que varían según el medio.

- Adsorbentes industriales. Tienen mucha mayor superficie específica que los naturales, entre 600 y 1.200 m²/g. Son materiales con una elevada microporosidad.. A modo de ejemplo puede decirse que la superficie de un campo de fútbol está presente en 6 g de carbón activo, correspondiendo el 99% de esta superficie a las paredes internas de los poros del carbón.
- Otros adsorbentes: hidróxidos metálicos formados en los procesos de coagulación-floculación, que en función del pH, son capaces de generar una amplia zona con elevada superficie específica.

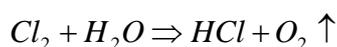
En adelante trataremos del carbón activo, uno de los adsorbentes más ampliamente utilizados en el tratamiento del agua.

3. CARBÓN ACTIVO

La experiencia demuestra que los carbones activos son adsorbentes de amplio espectro: la mayoría de las moléculas orgánicas se fijan en su superficie, siendo las que peor se fijan las moléculas más cortas (especialmente las que tienen menos de 3 átomos de C) y las menos polares. Por el contrario, se fijan bien las más pesadas, los compuestos aromáticos y los hidrocarburos. Como puede observarse, los compuestos orgánicos que peor se fijan son, por el contrario, los más fácilmente degradables, lo que hace que el tratamiento con carbón activo sea complementario al tratamiento biológico.

Se utiliza principalmente para eliminar:

- Trazas de materia orgánica o materia orgánica soluble resistente al tratamiento biológico.
- Restos de grasas y aceites después de un tratamiento específico.
- Adsorber ciertos tóxicos antes del biológico, cuando el efluente no es biodegradable o contiene elementos tóxicos orgánicos que impiden la digestión biológica. En este caso mediante el carbón activo puede obtenerse un efluente biodegradable.
- Eliminar derivados halogenados después del biológico.
- Eliminación de olores.
- Oxidación de cloro. El carbón activo es un potente catalizador de la reacción:



Por lo que se utiliza en dechloración (carga 5 a 15 volúmenes de efluente a tratar por volumen de carbón activado).

A continuación se indican las características más importantes del carbón activo:

Material base	Antracita, lignito, hulla, turba, madera, nuez de coco, etc.
Presentación	Carbón en polvo o carbón en grano
Densidad real	1,9 g/cm ³
Densidad aparente	0,24-0,4 g/cm ³

Superficie específica	Entre 500 y 1.500 m ² /g
Tamaño de las partículas	10 a 50 µm en polvo y pocos mm en grano
Coefficiente de uniformidad	55 en polvo

4. CARBÓN ACTIVO EN POLVO

El carbón en polvo se presenta en forma de partículas de entre 10 y 50 µm y generalmente se utiliza en combinación con los tratamientos de clarificación, inyectándose de manera continua en el agua con los reactivos de floculación. De esta manera el carbón activo se introduce en los flóculos y se separa del agua con ellos.

Así, la utilización del carbón activo en polvo implica 3 operaciones distintas:

1. Mezcla rápida para dispersar el carbón de forma homogénea en el agua.
2. Tiempo de contacto, durante el cual el carbón es mantenido en suspensión mediante agitación moderada.
3. Separación sólido-líquido, en la que el carbón cargado de materia orgánica es separado del agua. La separación puede llevarse a cabo por decantación, si bien es conveniente una filtración posterior, ya que la fuga de tan sólo 10 a 15 mg/l de carbón en el agua tratada le confiere color oscuro al agua.

Con el fin de hacer económica viable el proceso, dado el elevado precio del carbón, es imprescindible realizar una regeneración térmica del carbón gastado.

Ventajas

- Los carbones activos en polvo son de dos a tres veces más baratos que los carbones en grano.
- Pueden dosificarse en exceso en caso de puntas de contaminación.
- Para utilizarlos sólo se necesita una inversión reducida. Cuando el tratamiento incluye una etapa de floculación-decantación únicamente hace falta un equipo de dosificación de carbón activo.
- La velocidad de adsorción es rápida.
- El carbón activo espesa el flóculo favoreciendo la decantación.

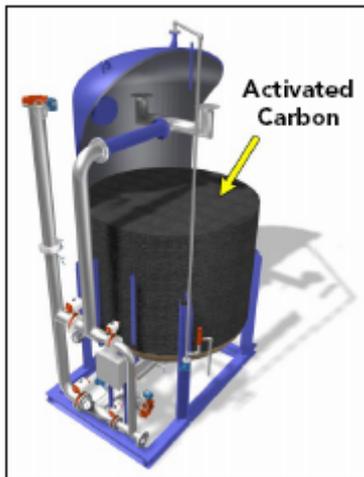
Inconvenientes

- Si se utilizan coagulantes minerales con grupos hidróxido el carbón activo no se puede recuperar, por lo que se pierde.
- Resulta difícil eliminar las últimas trazas de impurezas sin añadir exceso de carbón activo.

Generalmente el carbón en polvo se utiliza en dosificaciones discontinuas o de pequeña importancia (generalmente inferiores a 25-50 g/m³).

5. CARBÓN ACTIVO EN GRANO

El carbón en grano se utiliza en forma de lecho filtrante atravesado por el agua a tratar. La base del lecho puede ser un lecho fluidizado, lo que facilita la extracción del carbón. La tecnología utilizada es similar a la de los filtros de arena, como puede verse en la figura siguiente:



Antes de este tratamiento es necesario hacer un pretratamiento hasta reducir los sólidos en suspensión por debajo de 50 mg/l.

En el diseño hay que tener en cuenta:

- Profundidad del lecho: cuanto más profundo es un lecho mejor.
- Velocidad de intercambio: no deben sobrepasarse los 3 volúmenes de agua por volumen de carbón y por hora en caso de contaminación elevada. Para el tratamiento de aguas potables, en los que los contenidos de sustancias a adsorber son muy pequeños, se pueden usar velocidades mayores: 5 a 10 vol/vol h.

6. REGENERACIÓN

El carbón activo es un producto caro, por lo que conviene recuperarlo. Existen tres métodos:

1. Regeneración con vapor. Este método sólo puede utilizarse para regenerar carbón que sólo haya adsorbido productos muy volátiles. Sin embargo, la aplicación de vapor puede ser interesante para desobstruir la superficie de los granos y esterilizar el carbón.
2. Regeneración térmica. Se realiza por pirólisis y combustión de las sustancias orgánicas adsorbidas. Para ello se calienta el carbón entre 650 y 900°C durante varios segundos en atmósfera controlada, pobre en oxígeno, para evitar que se inflame. Se lleva a cabo en hornos, que pueden ser de bandejas escalonadas, de lecho fluidificado o giratorios. Es el método más empleado, con el que se consigue una buena regeneración del carbón activo, si bien tiene dos inconvenientes:

- Requiere fuertes inversiones
 - Se produce una pérdida del carbón del 7 al 10% por regeneración.
3. Regeneración química. Se suele realizar utilizando disolventes a temperatura elevada y pH determinados. Tiene la ventaja de que se minimizan las pérdidas de carbón (1% por regeneración). Su principal inconveniente es que se forman efluentes químicos en los que el disolvente debe recuperarse por destilación. Seguidamente los contaminantes, a menos que puedan recuperarse, se eliminan por incineración. Este procedimiento está menos generalizado que la regeneración térmica.
 4. Regeneración biológica. Todavía no se aplica a escala industrial.

7. ASOCIACIÓN POLVO-GRANO

En algunos casos de contaminación muy variable es interesante combinar el empleo de carbón en polvo, en clarificación para hacer frente a puntas de contaminación, con carbón en grano para la contaminación normal.