

Remoción de fenoles por adsorción en subproducto del beneficio del carbón mineral (SBCM)

Por: Alexis Tejedor De León; Doctorando en Ing. de Minas y Medio Ambiente; Universidad Federal de Rio Grande do Sul – BRASIL

Resumen.

Los efluentes líquidos que contienen compuestos fenólicos son originados en diferentes tipos de industrias, y se constituyen en un grave problema ambiental. Los procesos actuales de remoción de estos poluentes, son casi siempre onerosos y/o de baja eficiencia. El presente trabajo práctico examina la posibilidad de utilizar un subproducto del beneficio del carbón mineral (SBCM) como material sorbente para remover compuestos fenólicos de los efluentes. Los ensayos de laboratorio se realizaron a temperatura ambiente y utilizando SBCM, ya sea en su forma natural o tratado con peróxido de hidrógeno, organosilanos, ácidos o álcalis. Los resultados obtenidos indican que el SBCM no es un buen material sorbente de compuestos fenólicos en su forma natural, sin embargo, los mejores resultados, en términos de remoción (35%), se obtuvieron con el SBCM tratado con sustancias ácidas.

Palabras clave: Fenoles, sorción, subproducto, remoción, tratamiento superficial.

INTRODUCCIÓN

En los procesos industriales, especialmente en las refinerías de petróleo, en la industria química, en la metalúrgica, en la de plásticos y otras, se generan efluentes líquidos con altas concentraciones de compuestos orgánicos, en donde tienen gran destaque la presencia de sustancias fenólicas. (GUL YAS, 1995; ABDO *et*

al., 1997; CLEVELAND *et al.*, 1996; LEE *et al.*, 1996; POLPRASERT & SOOKHANICH, 1995).

Los efluentes fenólicos deben ser tratados adecuadamente debido a su alta toxicidad, incluso en bajas concentraciones; en este sentido, diversos procesos han sido estudiados y otros aplicados para la remoción de estos contaminantes de los efluentes industriales.

Dentro de los procesos utilizados, la adsorción ha sido aplicada con gran suceso en el tratamiento de efluentes líquidos contaminados con fenoles. En este contexto, el carbón activado se ha constituido en el material sorbente de mayor utilización (ABDO *et al.*, 1997; CLEVELAND *et al.*, 1996; KOLB & WILDERER, 1997); sin embargo debido a los altos costos involucrados, principalmente en la etapa de regeneración, hacen prohibitivo la utilización de este material a gran escala y diversos materiales sorbentes alternativos han sido propuestos en su lugar. (ABDO *et al.*, 1997; ALEMANY *et al.*, 1996).

En el presente trabajo experimental se estudió la adsorción de fenoles contenido en soluciones acuosas sintéticas utilizándose como material sorbente un subproducto del beneficio de carbón mineral (SBCM). Se evaluó inicialmente, los parámetros operacionales de la adsorción, pH del efluente, concentración del material sorbente y

el tiempo de reacción; adicionalmente se estudió el empleo de diferentes reactivos para el tratamiento superficial del sorbente con el objetivo de optimizar su capacidad de sorción.

1.0 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

El fenol es un compuesto orgánico aromático, obtenido industrialmente a partir del alquitrán del carbón; también por la fusión del benzosulfonato de sodio con hidróxido de sodio o por el calentamiento del monoclorobenceno con hidróxido de sodio a altas presiones. A temperatura ambiente, el fenol es cristalino e incoloro, de forma acicular o también pueden ser cristales de masa blanquecina; adicionalmente puede presentar una coloración rojiza cuando expuesto a la luz directa o en la presencia de alcalinidad. Esta sustancia posee olor característico (KOLOCZKOWSKI *et al.*, 1997; THE MERCK INDEX, 1983)

Las propiedades más significativas del fenol, determinadas por SITTIN, FORD, POLA e LU, CHANG *et al.*, citados por CLEVELAND *et al.* (1996 p.236), son presentadas en la tabla 1

Las concentraciones de los efluentes fenólicos industriales varían entre 10 y 2000 ppm – partes por millón, dependiendo del tipo de industria-(NANOTI *et al.*, 1997), y cuando en contacto directo con ser humano, esta sustancia puede ser absorbida a través de las membranas de las mucosas de la piel. Las características de toxicidad del fenol en función de su concentración se presentan en el cuadro 1.

Por las características presentadas, algunas normas ambientales son particularmente severas y el límite de concentración de fenol en los efluentes líquidos industriales, previamente tratados, es de orden de 0.1 a 1 ppm (AMORNPRASERTSOOK & POLPRASERT, 1996; NANOTI *et al.*, 1997 SSMA n° 01/89)

Además de sus efectos adversos presentados, el destino final del fenol en el ambiente y su remoción es complicado y difícil por diversos factores; ALEMANY *et al.* (1996) mencionan algunos de ellos: su alta solubilidad en el agua a temperatura ambiente, su habilidad para ionizarse, su baja presión de vapor y su tendencia a

la oxidación. Como consecuencia de eso, su remoción se ha convertido en un serio problema de separación y cada vez más surgen técnicas innovadoras para su tratamiento, por ejemplo: extracción por solventes, adsorción en carbón activado, oxidación química, extracción electroquímica y el tratamiento biológico, entre otras; algunas variantes significativas se presentan en el cuadro 2

2.0 Resultados y Discusiones

La figura 1 presenta los resultados de la absorción del fenol para diferentes valores de pH, para una concentración de SBCM de 500 ppm y tiempo de reacción de 10 min.. En esta figura se puede observar una remoción del fenol del orden del 4%, la cual fue obtenida para un pH menor de 5.

En este rango del pH, el SBCM presenta una carga superficial positiva (COSTA, 1998) y debido a la disociación del fenol, parece ser que la atracción electrostática entre el SBCM y el fenol es la responsable de la remoción observada. Para valores de pH mayores, se observó un aumento en la concentración final del fenol, esto puede ser causado por la liberación de compuestos fenólicos por el propio SBCM.

3.0 CONCLUSIONES

A partir de los resultados parciales obtenidos podemos concluir que el SBCM en su forma natural presenta muy poca selectividad para remover compuestos fenólicos en solución. Sin embargo, este material, cuando tratado superficialmente con soluciones ácidas presenta una selectividad moderada hacia el fenol.

Los mejores valores de remoción (35%) de fenoles en los efluentes sintéticos se alcanzaron con el SBCM tratado superficialmente con soluciones ácidas para una concentración de 1000 ppm de solvente, pH natural de la suspensión y tiempo de remoción de 7 horas.

TABLA 1- Propiedades significativas del fenol

Parámetro	Grandeza	Magnitud
Propiedades químicas	Masa molecular	94
	Porcentaje de solubilidad	6.7
	Coefficiente de partición orgánico	2.7 Kg/L
Características tóxicas	Producto y sus efluentes	Peligroso y contaminante prioritario*
Constantes de Freundlich	K (mg/L) y 1/N	21 y 0.51 Carbón activado 1
		0,259 y 0,621 Carbón de Maghara
		106,36 y 6,51 Carbón activado 2
		0,314 y 0,584 Resinas

CUADRO 1- Toxicidad del fenol en función de su concentración.

Concentración	Toxicidad
1.5 g	Dosis oral letal para un adulto
> 200 ppm	Inhibe la actividad biológica del suelo (AMORNPRASERTSOOK & POLPRASERT, 1996) y se torna bactericida (KOLACZKOWSKI <i>et al.</i> , 1997)
5 – 25 ppm	Dosis letal para la vida acuática (AMORNPRASERTSOOK & POLPRASERT, 1996; POLPRASERT & SOOKHANICH, 1995).
2 – 2.5 ppm	Le da al agua de beber sabor y olor característico cuando combinado con cloro (POLPRASERT & SOOKHANICH, 1995; ABDO <i>et al.</i> , 1997)

CUADRO 2 – Técnicas de remoción de compuestos fenólicos de efluentes líquidos.

Técnica	Variantes
Tratamientos Biológicos	Columnas de filtración con lodo activado
	Remoción enzimática por la β -tyrosinase
	Lagunas de estabilización con plantas <i>Typha</i>
	Adsorción en carbón activado y biodegradación
Extracción Líquido – Líquido	Remoción con <i>Pseudomonas alcaligenes</i>
	Emulsiones oleosas y cáusticas soportadas en fibras microporosas de polipropileno
Adsorción	Emulsiones oleosas y cáusticas con N ₅₀₃
	Columna de lecho fijo con carbón activado modificado superficialmente
	Columna de lecho fijo con mezcla de diferentes carbones
Oxidación	Materiales sorbentes alternativos: hollín y cenizas volantes
	Oxidación a altas temperaturas y presiones