

Resumen

El creciente aumento de la población, unido al desarrollo industrial de los países más avanzados y a la alteración de las relaciones entre el ser humano y el medio ambiente, han dado lugar a un notable incremento de la contaminación hídrica, siendo el petróleo, el carbón, las industrias químicas y las derivadas de la celulosa, los principales sectores industriales responsables de dicha contaminación. Esto provoca que en los efluentes industriales estén presentes una gran cantidad y diversidad de sustancias contaminantes, cuya concentración supera en ocasiones ciertos límites.

La presencia de contaminantes orgánicos, persistentes y refractarios, que resultan tóxicos para la comunidad de microorganismos, hace necesario el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan degradar este tipo de contaminantes sin necesidad de un tratamiento biológico. Los Procesos de Oxidación Avanzada destacan como una de las tecnologías de tratamiento de aguas residuales más respetuosas con el medio ambiente; son métodos de oxidación basados en la generación de radicales hidroxilo ($\text{OH}^\bullet$), especie química con un gran poder oxidante. Son capaces de producir cambios profundos en la estructura química de los contaminantes, convirtiéndolos en moléculas de mayor biodegradabilidad. Destacan entre los POAs más empleados el tratamiento Fenton, foto - Fenton y de Fotocatálisis.

El desarrollo de este trabajo surge por tanto, de la necesidad de mejorar las técnicas de depuración de contaminantes orgánicos refractarios y/o persistentes, tales como el Fenol, utilizado como contaminante modelo en numerosos estudios.

Se pretende avanzar en los POAs, así como profundizar en la búsqueda de aplicaciones de geopolímeros que contienen Fe, TiO_2 y cenizas volantes, tratando de verificar la aplicabilidad del Fe y TiO_2 , constituyentes de la matriz geopolimérica en los procesos Fenton, foto – Fenton y Fotocatalíticos, de forma que dicho material, empleado como catalizador, pueda reutilizarse en sucesivos ensayos sin necesidad de su reposición.

En este trabajo se ha evaluado la degradación de la materia orgánica presente en muestras de aguas contaminadas con Fenol, mediante la aplicación de los POAs, empleando como catalizadores unos materiales geopoliméricos de base de hierro, dióxido de titanio y cenizas volantes. En primer lugar se llevó a cabo un estudio de adsorción a los pHs óptimos para los diferentes tratamientos, para comprobar qué fracción de COT se elimina por adsorción del contaminante sobre el catalizador. A continuación se estudió el nivel de degradación de Fenol mediante tratamiento Fenton, foto - Fenton y Fotocatálisis, estudiándose además la solubilidad del hierro durante la aplicación de dichos tratamientos. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Durante la etapa de adsorción, no se produce una eliminación neta de COT, pues se produce una compensación entre el COT eliminado por adsorción y el COT aportado por el material geopolimérico, producto de un proceso de solubilización, encontrándose que el pH más ácido contribuye en mayor medida a dicha solubilización.
- Los resultados obtenidos en la degradación de Fenol mediante tratamiento Fenotn y Fotocatálisis no son satisfactorios, pues con ellos sólo se alcanzan niveles de degradación del 10%. Sin embargo, el tratamiento foto – Fenton llevado a cabo a los dos niveles de pH óptimos, ha mostrado los mejores resultados, llegándose a degradar hasta un 50% de COT tras dos horas de tratamiento.
- Durante la etapa de adsorción así como durante los diferentes tratamientnos, se ha comprobado que el hierro que contiene el material empleado como catalizador no solubiliza, pues en el caso más desfavorable, se observó una concentración en las muestras de 1 mg/L tras dos horas de tratamiento foto – Fenton a pH ácido, frente a los 17 mg/L que contiene el material.
- Los mejores resultados de degradación se obtuvieron cuando se empleó como catalizador el material geopolimérico curado a temperatura ambiente, con menor fracción de solución activadora y con granulometría mayor. Este meterial posee las mejores características desde el punto de vista industrial, pues implican un menor coste tanto energético como económico.
- Los resultados obtenidos en este trabajo son similares a los que se obtuvieron cuando se empleó como catalizador un residuo de dióxido de titanio disuelto, en fase homogénea.
- En la discusión de los resultados obtenidos, se ha podido comprobar que dichos resultados están de acuerdo con los resultados obtenidos por otros autores en estudios similares sobre oxidación de Fenol.

Abstract

The increasing population, coupled with the industrial development of the most advanced countries and the alteration of the relationship between humans and the environment, have led to a significant increase in water pollution, with the oil, coal, chemical industries and derived from cellulose, the main industrial sectors responsible for such contamination. This results in a large industrial effluent quantity and diversity of pollutants whose concentration sometimes exceeds certain limits are present.

The presence of organic pollutants, persistent and refractory, which are toxic to the microbial community, makes necessary the development of new technologies to degrade these pollutants without biological treatment. Advanced Oxidation Processes stand out as one of the technologies that are more respectful treatment wastewater to the environment; Oxidation methods are based on the generation of hydroxyl radicals ($\text{OH} \cdot$) chemical species with a high oxidizing power. They can produce profound changes in the chemical structure of the pollutants, making them larger molecules biodegradability. POAs are among the most commonly used treatment Fenton, photo - Fenton and photocatalysis.

The development of this work arises therefore the need to improve debugging techniques refractory organic pollutants and / or persistent, such as phenol, used as a model contaminant in numerous studies.

It aims to advance the POAs and deepen finding applications geopolymers containing Fe, TiO_2 and fly ash, trying to verify the applicability of Fe and TiO_2 , constituents geopolimérica matrix in Fenton processes, photo - Fenton and photocatalysts, so that said material, when used as catalyst, can be reused in successive trials without replacement.

This study evaluated the degradation of organic matter in samples of water contaminated with phenol, by applying AOPs using as catalysts a geopolymeric materials based on iron, titanium dioxide and fly ash. Firstly conducted to study adsorption optimal pHs for different treatments, to check which TOC fraction is removed by adsorbing the contaminant on the catalyst. Below the level of degradation of phenol treatment was studied by Fenton, photo - Fenton and photocatalysis also studied the solubility of iron during the application of such treatments. The results obtained were:

- During the adsorption step, not a net TOC removal occurs, as a tradeoff between TOC removed by adsorption and TOC geopolymeric materials provided by the product of a process of solubilization, meeting occurs the more acidic pH contributes most to such solubilization.

- The results in the degradation of phenol by treatment Fenton and photocatalysis are unsatisfactory because they only levels with 10% degradation is reached. However, the photo treatment - Fenton conducted at two levels of pH optimum, showed the best results, reaching up to 50% degrade TOC after two hours of treatment.
- During the adsorption step and during different tratamietnos, it has been found that the iron-containing material used as a catalyst not solubilized, because in the worst case, a concentration was observed in samples of 1 mg / L after two hour photo processing - Fenton acidic pH, compared to 17 mg / L containing the material.
- Best results were obtained degradation when used as catalyst geopolymeric material cured at room temperature, with lower fraction of activator solution and with larger particles. This meterial has the best features from the industrial point of view, since both imply a lower energy cost and economically.
- The results obtained in this study are similar to those obtained when it was used as a catalyst residue dissolved titanium dioxide, in a homogeneous phase.
- In the discussion of the results obtained, it has been shown that these results are in agreement with results obtained by other authors in similar studies on oxidation of phenol.