

Nom et Prénom : OUASS ABDELKARIM

Date de soutenance : 28/10/2020

Directeur de Thèse : RIFI EL HOUSSEINE

Sujet de Thèse :

Adsorption des métaux lourds (Cr, Hg, Pb, Co et Ni) et de bleu de Méthylène sur des polymères acryliques : Application à la dépollution des eaux usées industrielles et à l'inhibition de la corrosion d'acier en milieu acide

Résumé :

Des hydrogels préparés de façon simple et rapide à partir de polyacrylate de sodium nommé PANA et l'acide polyacrylique polyacrylate de sodium nommé PAA, ont été appliqués entant que agents adsorbants dans l'élimination des micropolluants minéraux (Cr^{3+} , Hg^{2+} , Pb^{2+} , Ni^{2+} et Co^{2+}) et organiques (bleu de méthylène : BM) et également dans l'inhibition de la corrosion d'acier doux en milieux HCl et H_2SO_4 0.5 M.

Après avoir caractérisé les supports utilisés par différentes techniques physicochimiques (DRX, IRTF, MEB, EDAX, SBET...), nous avons étudié l'effet des paramètres liés aux polymères et ceux liés à la solution d'alimentation. Des résultats encourageants et digne d'une application à l'échelle industrielle ont été obtenus :

- Une cinétique d'adsorption rapide.
- Une meilleure fixation des micropolluants est obtenue à pH faiblement acide pour les métaux lourds et à $pH > 6$ pour BM, à vitesse d'agitation de l'ordre de 300 tr/min, en milieu nitrate et avec un taux d'ionisation des polymères élevé.
- L'épuisement total des solutions chargées en micropolluants organiques et inorganiques est réalisé avec de faibles quantités de polymères secs.
- A la saturation en ions métalliques, la stoechiométrie des complexes formés dans le gel pour les ions divalents (M^{2+}) est du type $[(-COO)_2M]_n$ et du type $[(-COO)_2Cr(OH)]_n$ pour Cr^{3+} .
- La régénération des supports se fait par simple contact du gel chargé au contact de solution acide (HNO_3 0.1M) pour les métaux et en milieu NaCl 0.5 M pour BM.
- La cinétique d'adsorption pour tous les systèmes étudiés est de type pseudo-seconde ordre, le processus d'adsorption de ces éléments par les hydrogels suit le modèle monocouche de Langmuir et l'étude thermodynamique a prouvé que le processus d'adsorption était faisable, spontané et endothermique.
- Le traitement des effluents industriels par les hydrogels permet un épuisement rapide et quasi-totale de ces rejets en ions métalliques.

Enfin, l'étude gravimétrique et les mesures électrochimiques ont montré que ces polymères assurent une très bonne protection de l'acier doux en milieu acide avec caractère mixte en formant un film protecteur et stable à la surface d'acier.

Mots-clés :

Gel, adsorption, chrome, métaux lourds, colorants, modélisation, inhibition, corrosion.

Abstract :

Hydrogels, simply prepared from sodium polyacrylate: PANa and sodium polyacrylic acid polyacrylate: PAA, were applied on one hand, as adsorbent agents for elimination of heavy metals (Cr^{3+} , Hg^{2+} , Pb^{2+} , Ni^{2+} and Co^{2+}) and dyes (methylene blue: BM). On the other hand, these hydrogels were also investigated in the inhibition of mild steel corrosion in HCl and H_2SO_4 media.

After having characterized PANa and PAA using different physicochemical techniques (DRX, IRTF, SEM, EDAX...), we have studied the effect of several parameters, which related to the studied polymers and the aqueous solution. All obtained results were encouraging to industrial application:

- Rapid absorption kinetics.
- Efficient removal of the micropollutants is obtained with low pH values for heavy metals and $\text{pH} > 6$ for BM, a stirring speed of the order of 300 rev / min, nitrate medium and a high ionization rate of polymers.
- The total elimination of solutions containing organic and inorganic micropollutants is achieved with low amounts of dry polymers.
- After saturation of the hydrogels by metal ions, the stoichiometry of formed complexes on both of adsorbents is of the $[(-\text{COO})_2\text{M}]_n$ type for the divalent ion and of the $[(-\text{COO})_2\text{Cr}(\text{OH})]_n$ type for Cr^{3+} .
- The regeneration of PANa and PAA is evaluated through eluting charged gel by acidic solution for metals and by 0.5 M NaCl solution for BM.
- The adsorption kinetics for all studied systems obey pseudo-second order model. In addition, the adsorption process of investigated pollutants by hydrogels follows the Langmuir monolayer model and the thermodynamic study proved that the adsorption process was favorable, spontaneous and endothermic.
- The treatment of industrial effluents by PANa and PAA allows the almost total removal of heavy metals discharges.

Finally, the gravimetric study and electrochemical measurements have shown that the studied polymers provide very good protection of mild steel in an acidic environment with mixed character by forming a stable protective film on the steel surface.

Keywords :

Adsorption, chrome, heavy metals, dyes, modulization, inhibition, corrosion.