حافزات كيميائية ضوئية لإزالة الملوثات العضوية من مياه الصرف الصناعي بواسطة

عصام يحي الشريف

أشراف

د محمد عبدالرحمن داعوس

أ.د أحمد عرفات خميس

المستخلص

مؤخرا تم إيلاء اهتمام كبير للتخلص من الملوثات السامة والخطرة من مياه الصرف الصناعي خصوصا المواد العضوية وذلك لتنفيذ متطلبات بيئية صحية مناسبة تتوافق مع اللوائح والأنظمة والقوانين البيئية العالمية المعمول بها حاليا. وفي هذا السياق تم استخدام تقنية الحفز الضوئي باستخدام مركب ثاني أكسيد التيتانيوم والذي يعمل وسط ظروف قاسية نسبيا ويتحلل بسهولة تحت تأثير الأشعة فوق البنفسجية وقد اظهر نتائج واعده جدا في تنقية المياه الصناعية من الملوثات العضوية.

في هذا العمل تم استخدام المادة النشطة ضوئيا ثاني أكسيد التيتانيوم النانوية الراسية (TUD-1) على دعامات خاملة مثل الألومينا حيث حضرت هذه الأنظمة بالارتباط المباشر لهذه المادة أو بنشرها داخل طبقة مرتبة من المواد الميزومترية المحضرة من السليكا على سطح الدعامة. ولقد تم تحضيرها في البداية حسب النسب التالية (0%،10%،25%،50%،75% و 100%). هذه العينات تم تحليلها باستخدام حيود الأشعة السينية (XRD) ، المجهر الالكتروني النافذ عالي الدقة (HRTEM) ، تحويل فورييه الطيفي بالأشعة تحت الحمراء (FTIR) ، التحليل الطيفي فوق البنفسجي (UV) وباستخدام الادمصاص النيتروجيني عند درجة حرارة 77 كالفن.

هذه المواد النشطة ضوئيا والمختلفة النسب تم استخدامها لعملية الحفز الضوئي تحت ظروف الضوء المرئي والبالغ (λ = 447 nm) وذلك لإزالة مختلف المواد العضوية الملوثة مثل الفينول والأصباغ والأدوية من المياه الصناعية. وقد اظهر تحضير هذه المواد (Ti-TUD-1) للحفز الضوئي فعالية ممتازة على تلك المركبات الضوئية والتي تصل الإزالة فيها من المياه الصناعية على سبيل المثال للإصباغ إلى نسبة تصل إلى 97%. وعلاوة على ذلك فقد اظهر الحافز الضوئي استقرارا ملحوظا في ظل ظروف العمل وفعالية لا تقل عن خمس دورات. كم انه تم

اختبار تأثير التركيز ودرجة الحموضة (pH) للمواد العضوية أثناء الحفز الضوئي. كما انه أثبتت فعالية ونشاط الحفاز على إشعاع الضوء الأبيض.

استخدام تقنية الحفز الضوئي لهذه المواد دون التقيد بشروط وقيود للظروف المحيطة أثناء العملية وفي وجود طاقة الضوء المرئي أثبتت نتيجة فعالة من حيث قلة التكلفة لإزالة الملوثات العضوية من المياه الصناعية.

تعرف فعالية ثاني اكسيد التيتانيوم (TiO_2) بأنه يعمل فقط تحت الطيف فوق البنفسجي . أما تفاعلية ثاني اكسيد التيتانيوم النانونية الرأسية (Ti-TUD-1) يعمل على طيف الضوء المرئي والذي يمكن تفسيره اذا اخذنا بالاعتبار اختزال فجوة النطاق (bandgap) لثاني اكسيد التيتانيوم على مرفق رباعي السطوح لـــــــ TUD-1 في إطار تشكيل جزئيات نانونية صغيرة جدا من التيتانيا في فجوات TUD-1.

Photo-Catalysts for the Removal of Organic Pollutants from Industrial Wastewaters

By

Aesam yahya Al-Sharif

Supervised By

Dr. Muhammad Abdul Rahman Daous

Prof.Dr. Ahmed Arafat Khamis

ABSTRACT

Recently, much attention has been given to the though treatment of toxic and hazardous organic pollutants tested by Biological Oxygen Demand (BOD) and Chemical Oxygen Demand (COD), most of which cannot be fully degraded by simple biological treatments. In order to meet more increasingly stringent environmental regulations and laws more efficient process for the removal of organics is needed. In this context TiO_2 photocatalyst has shown very promising results. However, titanium dioxide is easily degradable when subjected to relatively harsh conditions using UV irradiation.

In this work TiO_2 nanoparticles were anchored to 3-D mesoporous material (TUD-1) in the powder from and on an inert support of alumina via sol-gel preparation strategies. Different loading of titania were prepared (0, 10, 25, 50, 75 and 100%). These samples were characterized by X-ray differaction (XRD), high resolution transmission electron microscopy (HRTEM), Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), Ultraviolet spectroscopy (UV), and nitrogen adsorption at 77K. Only high loading of titania were found to have anatase (TiO_2) in very small amounts while low loadings of titania didn't show any separate phases of TiO_2.

These materials were used as photocatalysts under visible light conditions (λ = 447 nm) for treatment of wastewater containing different organic contaminants such as phenol, azodyes, and certain pharmaceutical

compounds. The prepared Ti-TUD-1 photocatalysts showed excellent activity towered the degradation of all of these compounds. Up to 97% of the phenol compounds and 94% of azodyes were removed from wastewater. Moreover, this catalyst shows a remarkable stability under the working conditions. This regeneration of the catalyst showed no decrease in its activity after 5 cycles of catalyst reactivation. Effects of the concentration of organic substance and pH were also tested. Moreover, the catalysts were found to be also active upon white light irradiation.

The excellent photoreactivity of these materials and the use of unconditional visible light energy suggest a cost-effective process for the removal of organic contaminants from wastewaters.

TiO_2 is known to be photocatalytically active only in the UV region of spectrum. However, the reactivity of Ti-TUD-1 in the visible light region can be explained based on a band gap reduction of TiO_2 upon tetrahedral attachment to TUD-1 framework and the formation of tiny small nanoparticles of titania in the pores of TUD-1.