

VERWENDUNG DES TITANDIOXID-NANOPULVERS FÜR DIE PHOTOKATALYTISCHE ABWASSERBEHANDLUNG

A.Y. Batalova, E.A. Sysa

Wissenschaftlicher Betreuer: E.A. Sysa, O.B. Nazarenko

Tomsk Polytechnische Universität, Russland, Tomsk, Lenin Straße, 30, 634050

E-mail: nesty_32@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОПОРОШКА ДИОКСИДА ТИТАНА ДЛЯ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

А.Ю. Баталова, Е.А. Сыса

Научный руководитель: Е.А. Сыса, О.Б. Назаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: nesty_32@mail.ru

В данной статье рассматривается механизм действия фотокаталитической реакции с диоксидом титана и его применение для очистки сточных вод. Также, в качестве примера, рассмотрен простейший фотокаталитический модуль для очистки воды с помощью диоксида титана.

Es gibt verschiedene Methoden der Wasserreinigung. Nanomaterialien im Umweltschutz sind jedoch ein relativ junges Technologiefeld, die sich noch im Forschungs- und Entwicklungsstadium befinden. Gegenwärtig gewinnen Nanokatalysatoren im Umweltbereich zunehmend an Bedeutung. Nanoskaliges Titandioxid (TiO₂) wird u.a. als Katalysator in der Abwasserreinigung eingesetzt [1, S. 2].

Das Ziel der Arbeit ist den Prozess der photokatalytischen Abwasserbehandlung zu behandeln.

Titandioxid ist ein Halbleiter, der die Energie aus dem Licht absorbiert. Dabei springen Elektronen auf ein höheres Energieniveau. Weil dieser Vorgang einen ganz bestimmten Energiebetrag voraussetzt, funktioniert er nur mit UV-Licht (Abbildung 1). Die dabei freigesetzten Elektronen (e⁻) und die entstandenen «Elektronenlöcher» (h⁺) wirken bei der anschließenden chemischen Reaktion als Oxidations- bzw. Reduktionsmittel. So entstehen hoch aktive Hydroxylradikale, die nahezu alle Verbindungen zersetzen können. (Die Sauerstoffradikale reagieren weiter mit Wasser zu Wasserstoffperoxid). Das zu den Modernen Oxidationsverfahren (Advanced Oxidation Processes) zählende Verfahren der Photokatalyse gewinnt zunehmend an Bedeutung, um toxische oder biologisch schwer abbaubare organische Wasser- und Luftinhaltsstoffe mit Hilfe von Hydroxylradikalen zu mineralisieren. Hierbei werden organische Schadstoffmoleküle in Gegenwart von Luftsauerstoff vollständig oxidiert, d.h. es findet eine Reaktion unter Bildung von Kohlendioxid, Wasser und gegebenenfalls weiteren mineralischen, ungiftigen Produkten statt. [1, S.2; 2, S.23].

Forschungsarbeiten zu Anwendungen der Photokatalyse zur Abwasserbehandlung laufen teils unter Verwendung von nanoskaligem Titandioxid u.a. an der Universität Hannover (Institut für Technische Chemie). Photokatalytische Reinigungs-Modul im Rahmen eines EU-Projektes installierte Pilotanlage dient zur Behandlung des Abwassers einer Textilfabrik in Tunesien mit dem Ziel, die zur Einleitung in den kommunalen Vorfluter erforderliche Wasserqualität zu erreichen [3, S.16].

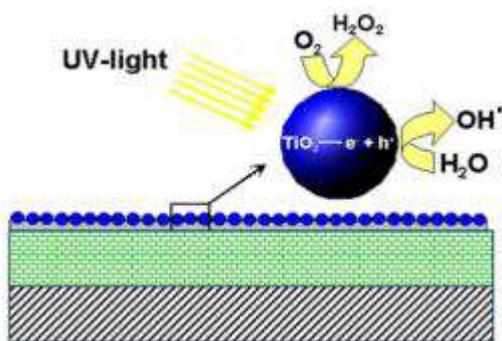


Abbildung 1. Prinzip der Photokatalyse, Oberschicht mit TiO_2 -Nanopartikeln

Der Solarreceiver als Kernstück der SOWARLA-Anlage besteht aus transparenten Glasröhren, die von dem zu reinigenden Wasser durchflossen und dem Sonnenlicht ausgesetzt werden. Die aktuelle Anlage hat eine Länge von 20 m und eine Breite von 1,6 m. Bei mittlerer Einstrahlung und Belastung wird eine Reinigungsleistung von 500 bis 600 Liter Abwasser pro Stunde erzielt [3, S.17].

Photokatalytischer Modul für die Abwasserbehandlung wurde von russischen Wissenschaftler (I.L. Balikhin, S.M. Aldoschin, E.N. Kurkin, V.I. Berestenko) entwickelt (Abbildung 2).

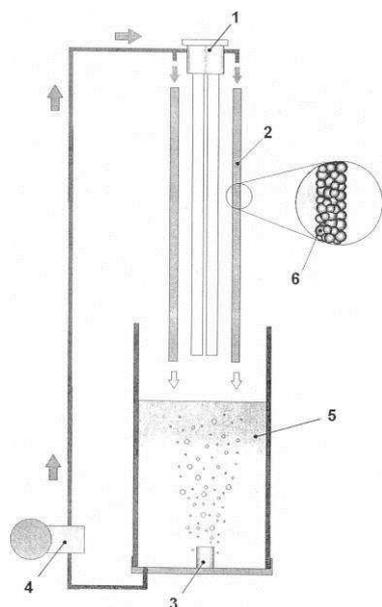


Abbildung 2. Schema des photokatalytischen Moduls für die Abwasserbehandlung mit TiO_2 :
 1 UV-Lampe, 2 poröser photokatalytischer Reaktor,
 3 Luftsprudler, 4 Pumpe 5 Behälter mit Wasser, 6 Fragment der Oberfläche des porösen Reaktors.

Das Arbeitsprinzip des photokatalytischen Moduls:

- Wasserzufuhr zu den photokatalytischen Reaktor;
- Gleichmäßige Wasserverteilung im Reaktor;
- Bildung der Wasserschicht an der Innenwand des Reaktors;
- UV-Bestrahlung der Innenwand des Reaktors;
- Bildung vom Peroxidradikal;
- Mineralisierung der Verschmutzung;
- Wassersablassen in Behälter;
- Wiederholungszyklus.

Photokatalytischer Reaktor ist ein poröser Hohlzylinder aus Quarz. An seiner Oberfläche beschichtet Titandioxid-Nanopulver. Dieses Modul kann Wasser aus organischen Stoffen und verschiedene Bakterien reinigen. Die Wirksamkeit dieses Moduls ist 97 Prozent [4].

Photokatalytische Technologie zur Abwasserbehandlung wird wenig angewendet. Diese Methode ist aber, unserer Meinung nach, vorteilhaft: einfach, effizient und energiesparend.

QUELLEN

1. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt. Solare Wasserreinigung, doi: http://www.dlr.de/schoollab/Portaldata/24/Resources/dokumente/kp/Experimentbeschreibung_Solare_Wasser

reinigung.pdf (18.02.2014).

2. Martens S., Eggers B., Evertz T. Untersuchung des Einsatzes von Nanomaterialien im Umweltschutz, doi: http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/3778_0.pdf (18.02.2014).

3. L. Jochen., G. Ott. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Nanomaterialien: anwendungen im Umweltbereich, doi http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/74003/nanomaterialien_anwendungen_umweltbereich.pdf?command=downloadContent&filename=nanomaterialien_anwendungen_umweltbereich.pdf - (18.02.2014).

4. Photokatalytische Wasser-Reinigung-Modul, doi: <http://www.findpatent.ru/patent/239/2394772.html> (18.02.2014).

МОДЕЛИРОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ ЦЕОЛИТА ПЛОТНО УПАКОВАННЫМИ СФЕРОПОЛИЭДРАМИ

М.А. Белобородов, Е.В. Дробков

Научный руководитель: к.ф.-м.н. Двилис Э.С.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: saimonor@mail.ru

MODELLING OF MICROSTRUCTURE USING DENSE PACKING OF SPHERE-POLYHEDRA

M.A Beloborodov, E.V. Drobkov

Scientific Supervisor: Dr. E.S. Dvilis

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: saimonor@mail.ru

The paper presents an optimization approach to modelling of microstructure using dense packing of sphere-polyhedra. Methods have been validated on examples of zeolite particles. Presented new regression model of quality. Actual application of proposed method is 3D reconstruction of zeolite powders microstructure. Presented results suggest to prolongation of investigations.

В последнее время эффективность и экономичность процессов нефтепереработки и нефтехимии приобретает первостепенное значение. Для получения ценных химических продуктов нефтехимии наиболее перспективными являются процессы на основе цеолитсодержащих катализаторов. Цеолиты для этих нужд должны обладать развитой удельной поверхностью, иметь большой адсорбционный объем пор и открытую пористость. Указанные параметры достигаются на стадии производства цеолитов, а частные морфологические особенности полученных порошков (формы и размер частиц), хоть и отличаются большим разнообразием, но могут быть предсказаны и в некотором диапазоне задаются режимами синтеза. Вместе с тем, разнообразие структурных и морфологических характеристик заставляют для каждого порошкового материала и режима его получения определять важные морфологические характеристики и сопоставлять их с эксплуатационными требованиями, что несколько затрудняет и усложняет оптимизационные исследования по поиску наиболее приемлемых режимов синтеза и составов цеолитов.