IMMOBILIZATION OF MESOPOROUS-ASSEMBLED TiO_2 NANOCRYSTAL PHOTOCATALYST FOR DEGRADATION OF AZO DYE CONTAMINANT IN WASTEWATER

Pavita Kunwanlee

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University
in Academic Partnership with
The University of Michigan, The University of Oklahoma,
Case Western Reserve University and Institut Français du Pétrole
2011

Thesis Title:	Immobilization of Mesoporous-Assembled TiO_2 Nanocrystal Photocatalyst for Degradation of Azo Dye Contaminant in Wastewater
By:	Pavita Kunwanlee
Program:	Petroleum Technology
Thesis Advisors:	Asst. Prof. Thammanoon Sreethawong
	Prof. Sumaeth Chavadej

Accepted by the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science.

.....College Dean

(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

Thesis Committee:

.....

(Asst. Prof. Thammanoon Sreethawong)

.....

(Prof. Sumaeth Chavadej)

.....

(Asst. Prof. Hathaikarn Manuspiya)

.....

(Dr. Singto Sakulkhaemaruethai)

ABSTRACT

5273012063: Petroleum Technology Program
Pavita Kunwanlee: Immobilization of Mesoporous-Assembled TiO_2 Nanocrystal Photocatayst for Degradation of Azo Dye Contaminant in Wastewater
Thesis Advisors: Asst. Prof. Thammanoon Sreethawong and Prof Sumaeth Chavadej 81 pp.
Keywords: Mesoporous TiO_2/ Photocatalysis/ Immobilization/ Azo Dye/ Acid black/ Degradation

Photocatalysis is an advanced oxidation process that efficiently degrades organic contaminants present in wastewater effluents. The suspension of TiO_2 powders in wastewater during the photocatalytic treatment shows great photoactivity, but it requires further troublesome filtering process to separate the photocatalyst from the treated wastewater. Therefore, utilization of TiO_2 in an immobilized mode is more practical because it solves the problems of TiO_2 separation and reuse as compared to a suspension mode. This work focused on the photocatalytic degradation of Acid Black (AB) diazo dye by using nanocrystalline mesoporous-assembled TiO_2 photocatalyst immobilized on a glass plate, where the mesoporous-assembled TiO_2 nanocrystal was synthesized by a sol-gel process with the aid of a structure-directing surfactant. Various preparation parameters during the immobilization step were investigated on the photocatalytic AB dye degradation performance. The experimental results showed that the mesoporous-assembled TiO_2 film with 5 wt.% P-25 TiO_2 addition and calcined at 400 °C provided the highest AB dye degradation rate constant of 0.23 h^{-1}. Moreover, an increase in the number of coated TiO_2 layers was found to enhance the photocatalytic activity until reaching the peel-off limitation at 4 layers.

บทคัดย่อ

ภาวิตา กรรณวัลลี : การสลายตัวของสีย้อมประเภทเอโซที่ปนเปื้อนในน้ำเสียโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบใช้แสงร่วมไททาเนียที่มีโครงสร้างในลักษณะนาโนและมีรูพรุนในระดับเมโซพอร์ซึ่งถูกตรึงบนตัวรองรับ (Immobilization of Mesoporous-Assembled TiO_2 Nanocrystal Photocatalyst for Degradation of Azo Dye Contaminant in Wastewater) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. ธรรมนูญ ศรีทะวงศ์ และ ศ.ดร. สุเมธ ชวเดช 81 หน้า

ปฏิกิริยาแบบใช้แสงร่วมเป็นกระบวนการออกซิเดชันที่มีประสิทธิภาพ สำหรับการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำเสีย การใช้ผงไททาเนียแบบแขวนลอยในน้ำเสียระหว่างปฏิกิริยาแบบใช้แสงร่วมนั้นสามารถตอบสนองต่อความไวแสงได้ดี แต่จะก่อให้เกิดปัญหาในกระบวนการแยกตัวเร่งปฏิกิริยาแบบใช้แสงร่วมจากน้ำเสียที่บำบัดแล้ว ดังนั้นการนำไททาเนียที่ตรึงบนตัวรองรับแล้วมาใช้จะมีความเหมาะสมมากกว่า เนื่องจากสามารถแก้ไขปัญหาของกระบวนการแยกไททาเนีย และสามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ ในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาความสามารถในการย่อยสลายสีย้อมประเภทไดเอโซชนิดแอซิดแบล็คของตัวเร่งปฏิกิริยาแบบใช้แสงร่วมไททาเนียที่มีโครงสร้างในลักษณะนาโนและมีรูพรุนในระดับเมโซพอร์ ซึ่งถูกตรึงบนแผ่นกระจกใส ในการทดลองนี้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีโครงสร้างในลักษณะนาโนและมีรูพรุนในระดับเมโซพอร์สังเคราะห์ขึ้นโดยกระบวนการโซล-เจลร่วมกับการใช้สารลดแรงตึงผิวเป็นตัวกำหนดโครงสร้าง โดยได้ทำการศึกษาตัวแปรต่างๆในขั้นตอนการตรึงตัวเร่งปฏิกิริยา เพื่อใช้ในปฏิกิริยาแบบใช้แสงร่วมในการสลายตัวของสีย้อมแอซิดแบล็ค จากผลการทดลองพบว่าเมื่อใส่ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบใช้แสงร่วมไททาเนียเกรดทางการค้า พี-25 ปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ลงบนฟิล์มตัวเร่งปฏิกิริยาไททาเนียที่มีโครงสร้างในลักษณะนาโนและมีรูพรุนในระดับเมโซพอร์ ซึ่งเผาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ให้ผลในการย่อยสลายสีย้อมแอซิดแบล็คดีที่สุด โดยแสดงอัตราการฟอกสีที่ 0.23 ต่อชั่วโมง นอกจากนี้ยังพบว่า การเพิ่มจำนวนชั้นของฟิล์มตัวเร่งปฏิกิริยาไททาเนียช่วยทำให้เกิดปฏิกิริยาแบบใช้แสงร่วมได้ดีขึ้นจนกระทั่งเพิ่มจำนวนชั้นไปถึงจุดที่ฟิล์มไททาเนียเกิดการหลุดลอกออกซึ่งจำกัดอยู่ที่ 4 ชั้น

ACKNOWLEDGEMENTS

The author was grateful for the scholarship and funding of the thesis work provided by the Asahi Glass Foundation, Japan; the Petroleum and Petrochemical College; and the Center for Petroleum, Petrochemicals, and Advanced Materials, Chulalongkorn University, Thailand.

The author would like to express her sincere gratitude to Asst. Prof. Thammanoon Sreethawong and Prof. Sumaeth Chavadej for their invaluable guidance, understanding, and constant encouragement throughout the course of this research.

She would like to express special thanks to Asst. Prof. Hathaikarn Manuspiya and Dr. Singto Sakulkhaemaruethai for kindly serving on her thesis committee. Their sincere suggestions are definitely imperative for accomplishing her thesis.

Her gratitude is absolutely extended to all staffs of the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, for all their kind assistance and cooperation.

Furthermore, she would like to take this important opportunity to thank all of her graduate friends for their unforgettable friendship.

Finally, she really would like to express her sincere gratitude to her parents and family for the love, understanding, and cheering.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER **PAGE**

CHAPTER **PAGE**

CHAPTER **PAGE**

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**