การสังเคราะห์, วิเคราะห์ลักษณะ และ ประยุกต์ใช้ของวัสดุผสมไททาเนียมไดออกไซด์และผงถ่านกัมมันต์ในการกำจัด 2 คลอโรฟีนอล

นางสาวนลินี วรรณมะกอก

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549

PREPARATION, CHARACTERIZATION AND APPLICATION OF TITANIUM DIOXIDE/ACTIVATED CARBON COMPOSITE IN 2-CHLOROPHENOL REMOVAL

Miss Nalinee Wanmakok

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Environmental Management
(Interdisciplinary Program)
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2006

Thesis Title	PREPARATION, CHARACTERIZATION AND APPLICATION OF TITANIUM DIOXIDE/ ACTIVATED CARBON COMPOSITE IN 2-CHLOROPHENOL REMOVAL
By	Miss Nalinee Wanmakok
Field of study	Environmental Management
Thesis Advisor	Assistant Professor Puangrat Kajitvichyanukul, Ph.D.

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree

.....Dean of the Graduate School
(Assistant Professor M.R.Kalaya Tingsbadh, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

.....Chairman
(Manaskorn Rachakornkij, Ph.D.)

.....Thesis Advisor
(Assistant Professor Puangrat Kajitvichyanukul, Ph.D.)

.....Member
(Assistant Professor Jarurat Voranisarakul)

.....Member
(Chantra Tongcumpou, Ph.D.)

.....Member
(Tawan Limpiyakorn, Ph.D)

นลินี วรรณมะกอก : การสังเคราะห์, วิเคราะห์ลักษณะ และ ประยุกต์ใช้ของวัสดุผสมไททาเนียมไดออกไซด์และผงถ่านกัมมันต์ในการกำจัด 2 คลอโรฟีนอล. (PREPARATION, CHARACTERIZATION AND APPLICATION OF TITANIUM DIOXIDE/ACTIVATED CARBON COMPOSITE IN 2-CHLOROPHENOL REMOVAL)
อ. ที่ปรึกษา: ผศ.ดร.พวงรัตน์ ขจิตวิชยานุกูล. , 87 หน้า

การศึกษาผลของอัตราส่วนโมลที่แตกต่างกัน ของวัสดุผสมไททาเนียมไดออกไซด์และผงถ่านกัมมันต์ ในอัตราส่วน 1:0 1:10 1:33 1:50 1:70 และ 1:100 เตรียมโดยให้ความร้อน 500°C ซึ่งเตรียมวัสดุผสมโดยวิธีโซลเจล เพื่อศึกษาถึงคุณลักษณะของวัสดุผสม และประสิทธิภาพในการกำจัด 2-คลอโรฟีนอล ออกจากน้ำเสีย ผลการศึกษาอัตราส่วนผลึกอนาเทส ต่อผลึกรูไทล์ พบว่าในอัตราส่วนโมลที่ 1:0 และ 1:10 มีผลึกอนาเทสทั้งหมด และ 1:33 เริ่มปรากฏผลึกรูไทล์ ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงผงไททาเนียมไดออกไซด์ชนิดอื่นด้วย คือไททาเนียมไดออกไซด์ที่ให้ความร้อนโดยผ่านก๊าซออกซิเจนและ ไททาเนียมไดออกไซด์ P-25 เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบในเรื่องของการดูดซับและการฉายแสง พบว่าไททาเนียมไดออกไซด์และผงถ่านกัมมันต์ที่ผ่านก๊าซไนโตรเจน มีการดูดซับเป็นการดูดซับแบบหลายชั้น ตามการดูดซับแบบฟรุนดิช ไททาเนียมไดออกไซด์ที่ให้ความร้อนโดยผ่านก๊าซออกซิเจน และไททาเนียมไดออกไซด์ P-25 มีการดูดซับแบบชั้นเดียวตามการดูดซับแบบแลงเมียร์ จากการศึกษาพบว่าความสามารถในการดูดซับและการฉายแสงของวัสดุผสมจากมากไปน้อยตามลำดับนี้ ไททาเนียมไดออกไซด์และผงถ่านกัมมันต์ที่ผ่านก๊าซไนโตรเจนมีความสามารถมากกว่า ไททาเนียมไดออกไซด์ที่ผ่านก๊าซไนโตรเจนซึ่งมีความสามารถมากกว่าไททาเนียมไดออกไซด์ที่ผ่านก๊าซออกซิเจน และไททาเนียมไดออกไซด์ P-25 มีความสามารถน้อยที่สุด ในการศึกษาถึงผลของการให้ความร้อนที่แตกต่างกันในการสังเคราะห์ไททาเนียมไดออกไซด์และผงถ่านกัมมันต์ ที่ 500°C 800°C 1100°C และ 1300°C จากผลการทดลองพบว่า 500°C เป็นอุณหภูมิที่ให้ประสิทธิภาพของวัสดุผสมได้ดีที่สุด เมื่อศึกษาถึงคุณสมบัติในการดูดซับ สามารถอธิบายได้ด้วยสมการการดูดซับของฟรุนดิช ในการศึกษาการย่อยสลาย 2-คลอโรฟีนอล จากการวัดค่าสารอินทรีย์ที่เหลืออยู่ทั้งหมด และวัดสารตัวกลางด้วย GC/MS พบว่าไม่เกิดสารตัวกลาง ซึ่งแสดงถึงการย่อยสลาย2-คลอโรฟีนอลอย่างสมบูรณ์เกิดขึ้น

สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต Nalinee W.

ปีการศึกษา 2549 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา Kpvangrat

4889447520 : MAJOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT
KEY WORD: TIO_2 / AC / PHOTOCATALYSIS / PHOTOOXIDATION / SOL-GEL
NALINEE WANMAKOK : PREPARATION, CHARACTERIZATION AND APPLICATION OF TITANIUM DIOXIDE/ACTIVATED CARBON COMPOSITE IN 2-CHLOROPHENOL REMOVAL.
THESIS ADVISOR: ASST. PROF. PUANGRAT KAJITVICHYANUKUL, Ph.D., 87 pp.

TiO_2/AC composite nanoparticles in this work were prepared from alkoxide solution via sol-gel method. TiO_2/AC composite with different molar ratios (1:0, 1:10, 1:33, 1:50, 1:70, and 1:100) were determined. It was found that the ratios of TiO_2: AC at 1:0 and 1:10 have anatase as predominant phase, while rutile phase appeared at ratio 1:33. Other types of TiO_2, TiO_2/O_2 and TiO_2/P-25 were also investigated in this work as well. In the adsorption isotherm part, it was found that TiO_2/O_2 was followed Langmuir adsorption isotherm, while $TiO_2/AC/N_2$ and TiO_2/N_2 were followed Freundlich adsorption isotherm. In photocatalytic process, the 2-chlorophenol removal efficiency can be ordered as $TiO_2/AC/N_2 > TiO_2/N_2 > TiO_2/O_2 > TiO_2$/P-25. In the determination of effects of different calcination temperature (500°C, 800°C, 1100°C, and 1300°C) on the properties of TiO_2/AC. It was found that the calcinations temperature at 500°C provided the most appropriate properties of TiO_2/AC for 2-chlorophenol removal. In a study of 2-chlorophenol degradation using TOC and GC/MS, no intermediates were detected. As the TOC appeared during the degradation process solely come from 2-chlorophenol, it can be concluded that the mineralization of 2-chlorophenol is achievable under TiO_2/AC process.

Field of study Environmental Management Student's signature Nalinee W.
Academic year 2006 Advisor's signature Puangrat

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my sincere gratitude to my thesis advisor, Asst. Prof. Dr. Puangrat Kajitvichyanukul for her encouragement, invaluable support, including her kind guidance and the opportunity to pursue my research intensively. Her comments and suggestions not merely provided valuable knowledge but broadened perspective in practical applications as well. Special gratitude goes to the chairman of the committee, Dr. Manaskorn Rachakornkij, Chairman and committee, for providing invaluable advice and examining by final work. I would like to thank other committee members, Dr. Chantra Tongcumpou, Asst. Prof. Jarurat Voranisarakul, Dr.Tawan Limpiyakorn, thesis committee for the fruitful comments and advice

Special gratitude goes to the National Research Center of Environmental Hazardous Waste management, Chulalongkorn University (NRC-EHWM), all personnel, and I am most grateful to all staffs and students at the International Postgraduate Programs in Environmental Management (Hazardous Waste Management). Special thanks to all members of Environmental Nanomaterial Research and Development Unit (NANOMAT), Department of Environmental Engineering King Mongkut's University of technology Thonburi, for lab instruments support.

This work was supported by the National Research Center for Environmental Hazardous Waste Management (NRC-EHWM).

Most of all, I feel proud to dedicate this thesis with due support to my beloved parents, sisters, and my cousins for their wholehearted understanding, patient support, inspiration and encouragement throughout this successful research. Special thanks for my brother, Supathep, for his encouragement and entertainment without him it will not be possible for me to complete my work.

CONTENTS

Pages

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

Pages

Pages

LIST OF ABBREVIATIONS

TiO_2/AC	Composite material of titanium dioxide and activated carbon
TiO_2/AC/N_2	Composite material of titanium dioxide and activated carbon synthesized under nitrogen atmosphere
TiO_2/N_2	Titanium dioxide synthesized under nitrogen atmosphere
TiO_2/O_2	Titanium dioxide synthesized under oxigen atmosphere
TiO_2/P-25	Commercial titanium dioxide with P-25 brand
2-CP	2-chlorophenol
$K_{2\text{-}CP}$	The equilibrium adsorption constants of 2-CP onto TiO_2/AC composite
k_{obs}	The observed pseudo first-order rate constant for the photocatalytic reduction of 2-CP
k_c	The second-order rate constant of irradiation process