การผลิตและประยุกต์ใช้ถ่านกัมมันต์จากยางล้อใช้แล้ว

นาย พิศิษฐ์ อริยเดชวณิช

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2545
ISBN 974-17-2212-5

PRODUCTION AND APPLICATION OF ACTIVATED CARBON FROM WASTE TIRES

Mr. Pisit Ariyadejwanich

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Engineering in Chemical Engineering

Department of Chemical Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University

Academic year 2002

ISBN 974-17-2212-5

Thesis Title	PRODUCTION AND APPLICATION OF ACTIVATED CARBON FROM WASTE TIRES
By	Mr. Pisit Ariyadejwanich
Field of study	Chemical Engineering
Thesis Advisor	Professor Wiwut Tanthapanichakoon, Ph.D.
Thesis Co-advisor	Professor Hajime Tamon, D.Eng.

Accepted by the Faculty of Engineering, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Doctor's Degree

.....Dean of Faculty of Engineering

(Professor Somsak Panyakeow, D.Eng.)

THESIS COMMITTEE

..... Chairman

(Associate Professor Chirakarn Muangnapoh, Dr.Ing.)

..... Thesis Advisor

(Professor Wiwut Tanthapanichakoon, Ph.D.)

..... Thesis Co-advisor

(Professor Hajime Tamon, D.Eng.)

..... Member

(Associate Professor Tawatchai Charinpanitkul, D.Eng.)

..... Member

(Assistance Professor Deacha Chatsiriwech, Ph.D.)

..... Member

(Sommart Echaroj, Ph.D.)

พิศิษฐ์ อริยเดชวณิช: การผลิตและประยุกต์ใช้ถ่านกัมมันต์จากยางล้อใช้แล้ว (PRODUCTION AND APPLICATION OF ACTIVATED CARBON FROM WASTE TIRES) อ. ที่ปรึกษา: ศ. ดร. วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล, อ. ที่ปรึกษาร่วม: ศ. ดร. ฮะจิเมะ ทะมอน จำนวนหน้า 128 หน้า. ISBN 974-17-2212-5.

ถ่านกัมมันต์ได้รับการเตรียมจากยางล้อใช้แล้ว และยางล้อที่ผ่านการสลายพันธะแล้ว โดยวิธีการแอคติเวชั่นด้วยไอน้ำทั่วไป กระบวนการทั่วไปซึ่งเพิ่มการทรีทเมนต์ด้วยกรดก่อนการแอคติเวชั่นด้วยไอน้ำ, และกระบวนการที่มีการพรี-ทรีทเมนต์ด้วยสารประกอบโลหะ และลักษณะรูพรุนของถ่านกัมมันต์ที่ได้นั้นได้รับการตรวจสอบ นอกจากนั้น ผลกระทบของอัตราการเพิ่มอุณหภูมิในการคาร์บอไนเซชั่น, อุณหภูมิการคาร์บอไนเซชั่น, และอุณหภูมิการแอคติเวชั่น ที่มีต่อคุณสมบัติของถ่านกัมมันต์ ได้รับการตรวจสอบเช่นกัน อนึ่ง ถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้นั้น มีปริมาตรของเมโซพอร์ และไมโครพอร์ สูงถึง 1.62 และ 0.57 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม ตามลำดับ พร้อมกับค่าพื้นที่ผิวสูงถึง 1119 ตารางเมตรต่อกรัม

ในการศึกษาคุณสมบัติการดูดซับในเฟสของเหลวนั้น ฟีนอลและสีย้อมอินทรีย์2 ชนิด ได้แก่ แบล็ค 5 และ เร็ด 31 ได้ถูกเลือกเป็นสารดูดซับตัวอย่าง ถ่านกัมมันต์ที่เตรียมโดยมีการทรีทเมนต์ด้วยกรดไฮโดรคลอริคก่อนการแอคติเวชั่นถูกทดสอบเปรียบเทียบกับถ่านกัมมันต์ทางการค้า ผลการทดลองการดูดซับในเฟสของเหลวถูกระบุว่า ถ่านกัมมันต์ที่ได้นั้นมีความสามารถในการดูดซับฟีนอลเปรียบได้กับถ่านกัมมันต์ทางการค้าแต่มีความสามารถในการดูดซับสีย้อมอินทรีย์สูงกว่าถ่านกัมมันต์ทางการค้าอย่างชัดเจน เนื่องด้วยคุณสมบัติในการดูดซับและประสิทธิภาพในการคืนสภาพด้วยเอธทานอลที่ดี ถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้นั้นมีความเหมาะสมอย่างมากสำหรับการนำไปใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย โดยเฉพาะกรณีการดูดซับสารโมเลกุลใหญ่

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2545 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4271813921 MAJOR ENGINEERING

KEY WORD: ACTIVATED CARBON / WASTE TIRES / ACTIVATION / ADSORPTION / POROSITY

PISIT ARIYADEJWANICH : THESIS TITLE. (PRODUCTION AND APPLICATION OF ACTIVATED CARBON FROM WASTE TIRES) THESIS ADVISOR : PROF. WIWUT TANTHAPANICHAKOON, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR : PROF. HAJIME TAMON, D.Eng., 128 pp. ISBN 974-17-2212-5

Activated carbons were prepared from vulcanized and decrosslinked waste tires by the conventional steam activation method, the conventional method plus acid treatment prior to steam activation, and the second method with the pre-treatment by metal compound, and their porous properties were characterized. Furthermore, the effects of heating rate during carbonization, carbonization temperature, and activation temperature on the resulting porous properties of the activated carbons were investigated. The obtained activated carbon has the V_{meso} and V_{micro} values up to 1.62 and 0.57 cm^3/g, respectively as well as the S_{BET} value up to 1119 m^2/g.

In liquid-phase adsorption study, phenol and two organic dyes, Black 5 and Red 31, were selected as the representative adsorbates. The activated carbon prepared with HCl-treatment prior to steam activation was compared with a commercial activated carbon. The results from liquid-phase adsorption were indicated that the obtained activated carbon shows comparable phenol adsorption capacity as but clearly higher dyes adsorption capcities than the commercial one. Because of good liquid-phase adsorption-desorption characteristics and ethanol regeneration efficiency, the obtained activated carbon is very suitable for use in wastewater treatment especially for adsorbing the bulky adsorbates.

Department	Chemical Engineering	Student's signature	Pisit A.
Field of study	Chemical Engineering	Advisor's signature	Wiwut Tanthapanichakoon.
Academic year	2002	Co-advisor's signature	Hajime Tamon

ACKNOWLEDGEMENT

Firstly, the author sincerely wishes to thank Prof. Wiwut Tanthapanichakoon, thesis advisor, and Prof. Hajime Tamon, thesis co-advisor, for their introducing this interesting project with the greatest advice and warmest encouragement.

The author received the full-expense scholarship under The Royal Golden Jubilee (RGJ) Ph.D. Program from Thailand Research Fund (TRF), and also got 1-year Student Exchange Scholarship from Association of International Education Japan (AIEJ) to study and do research at Kyoto University (2000-2001). This research was partially supported by the Industry-University Collaborative Research Project and TJTTP-JBIC Project of Chulalongkorn University.

Next, the author is thankful to Assoc. Prof. Shin R. Mukai and Dr. Kyuya Nakagawa for their research collaborations and contributions with kindly and helpful suggestions.

Furthermore, the author is also grateful to the members of the dissertation committee, Assoc. Prof. Chirakarn Muangnapoh, Assoc. Prof. Tawatchai Charinpanitkul, Assist. Prof. Deacha Chatsiriwech, and Dr. Sommart Echaroj, for their useful comments.

Moreover, the author is also thankful to Assist. Prof. Tawan Sooknoi, Department of Chemistry, King Mongkut Institute Technology of Lardkrabang, for his help in characterization of samples.

Additionally, the author would like to thank Union Commercial Development, Co., Ltd. and Asia Dyestuff Industries Co., Ltd. for supplying the waste tires and organic dyes, respectively.

In addition, the author also would like to acknowledge the hospitality and encouragement of the teachers, friends, sister, and brothers in Particle Technology and Material Processing Laboratory.

Eventually, the author would like to express the appreciation to his parents, aunt, older sister, and younger brother for their supports and understandings in his life throughout the course of education.

CONTENTS

CONTENTS (Continued)

CONTENTS (Continued)

LIST OF TABLES

LIST OF TABLES (Continued)

LIST OF TABLES (Continued)

LIST OF FIGURES

LIST OF FIGURES (Continued)

LIST OF FIGURES (Continued)

LIST OF FIGURES (Continued)

LIST OF FIGURES (Continued)

LIST OF FIGURES (Continued)

LIST OF FIGURES (Continued)

Page

LIST OF FIGURES (Continued)

Page

NOMENCLATURES

C *a_b*	Char carbonized from waste tires at *a*°C at the heating rate of *b*°C/min
HCl C *a_b*	HCl-treated-Char carbonized from waste tires at *a*°C at the heating rate of *b*°C/min
AC *c_d a_b*	Activated carbon prepared at *c*°C for *d* hr from char carbonized from waste tires at *a*°C at the heating rate of *b*°C/min
AC HCl *c_d a_b*	Activated carbon prepared at *c*°C for *d* hr from HCl-treated char carbonized from waste tires at *a*°C at the heating rate of *b*°C/min
C *m a_b*	Char carbonized from the mixture of *m* compound and waste tires at *a*°C at the heating rate of *b*°C/min
HCl C *m a_b*	HCl-treated-Char carbonized from the mixture of *m* compound and waste tires at *a*°C at the heating rate of *b*°C/min
AC *m c_d a_b*	Activated carbon prepared at *c*°C for *d* hr from char carbonized from the mixture of *m* compound and waste tires at *a*°C at the heating rate of *b*°C/min
C DE *a_b*	Char carbonized from decrosslinked waste tires at *a*°C at the heating rate of *b*°C/min
HCl C DE *a_b*	HCl-treated-Char carbonized from decrosslinked waste tires at *a*°C at the heating rate of *b*°C/min

NOMENCLATURE (Continued)

AC DE *c_d a_b*	Activated carbon prepared at c^{o}C for *d* hr from char carbonized from decrosslinked waste tires at a^{o}C at the heating rate of b^{o}C/min
AC HCl DE *c_d a_b*	Activated carbon prepared at c^{o}C for *d* hr from HCl-treated char carbonized from decrosslinked waste tires at a^{o}C at the heating rate of b^{o}C/min
C *m* DE *a_b*	Char carbonized from the mixture of *m* compound and decrosslinked waste tires at a^{o}C at the heating rate of b^{o}C/min
HCl C *m* DE *a_b*	HCl-treated-Char carbonized from the mixture of *m* compound and decrosslinked waste tires at a^{o}C at the heating rate of b^{o}C/min
AC *m* DE *c_d a_b*	Activated carbon prepared at c^{o}C for *d* hr from char carbonized from the mixture of *m* compound and decrosslinked waste tires at a^{o}C at the heating rate of b^{o}C/min
P/P^{o}	Relative pressure [-]
q	The amount of N_2 adsorbed [cm^3 (STP)/g]
R_p	Pore radius [nm]
$dV_p/dlog(R_p)$	Pore size distribution [cm^3/g]
V_{meso}	Mesopore volume [cm^3/g]
V_{micro}	Micropore volume [cm^3/g]
S_{BET}	BET surface area [m^2/g]

NOMENCLATURE (Continued)

Q	The amount of adsorbate adsorbed [g/g AC]
C_e	Equilibrium concentration [mg/l]