การสังเคราะห์และสมรรถนะของสารก่อการจับกลุ่มอะคริลาไมด์-อะลูมิเนียม

นางสาวประอร ณ นคร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549

SYNTHESIS AND PERFORMANCE OF ACRYLAMIDE-BASED ALUMINIUM FLOCCULANT

Miss Praon Nanakorn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Petrochemistry and Polymer Science
Faculty of Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2006

Thesis Title	SYNTHESIS AND PERFORMANCE OF ACRYLAMIDE-BASED ALUMINIUM FLOCCULANT
By	Miss Praon Nanakorn
Field of Study	Petrochemistry and Polymer Science
Thesis Advisor	Professor Suda Kiatkamjornwong, Ph.D.
Thesis Co-advisor	Assistant Professor Supaporn Noppakundilograt, Ph.D.

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

....Dean of the Faculty of Science

(Professor Piamsak Menasveta, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

.... Chairman

(Professor Pattarapan Prasassarakich, Ph.D.)

.... Thesis Advisor

(Professor Suda Kiatkamjornwong, Ph.D.)

.... Thesis Co-advisor

(Assistant Professor Supaporn Noppakundilograt, Ph.D.)

.... Member

(Assistant Professor Warinthorn Chavasiri, Ph.D.)

.... Member

(Assistant Professor Voravee P. Hoven, Ph.D.)

ประอร ณ นคร: การสังเคราะห์และสมรรถนะของสารก่อการจับกลุ่มอะคริลาไมด์-อะลูมิเนียม. (SYNTHESIS AND PERFORMANCE OF ACRYLAMIDE-BASED ALUMINIUM FLOCCULANT) อ. ที่ปรึกษา: ศ. ดร. สุดา เกียรติกำจรวงศ์, อ. ที่ปรึกษาร่วม: ผศ. ดร. สุภาภรณ์ นพคุณดิลกรัตน์, 132 หน้า.

การสังเคราะห์สารก่อการจับกลุ่มของอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์-พอลิ(อะคริลาไมด์-*โค*-กรดอะคริลิก) หรือ AHAMAA จากปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบเชื่อมขวางในสารละลายโดยมีอะลูมิเนียมเป็นสารก่อการจับก้อน ซึ่งมีอะคริลาไมด์และกรดอะคริลิกเป็นคู่มอนอเมอร์ สารเชื่อมขวาง เอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ และแอมโมเนียมเพอร์ซัลเฟต กับ เอ็น, เอ็น, เอ็น', เอ็น'-เททระเมทิลเอทิลีนไดเอมีน เป็นสารริเริ่มปฏิกิริยาและสารริเริ่มปฏิกิริยาร่วม ใช้ความเร็วรอบกวน 250 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 40-50 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง ดึงน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ที่ได้โดยการตกตะกอนด้วยแอซีโทน แล้วอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วบด ศึกษาค่าการดูดซึมน้ำ ประสิทธิภาพในการกำจัดสีย้อมประเภทไดเร็กต์ และการลดความขุ่นของพอลิ(อะคริลาไมด์-*โค*-กรดอะคริลิก) และ AHAMAA ในน้ำเสียสังเคราะห์ของสารแขวนลอยดินขาวเคโอลิน ผลการทดลองพบว่า ในทุก ๆ ภาวะของการสังเคราะห์ ค่าการดูดซึมน้ำของพอลิ(อะคริลาไมด์-*โค*-กรดอะคริลิก) สูงกว่า AHAMAA เสมอ และค่าการดูดซึมน้ำสัมพันธ์กับค่า storage modulus โดยค่า storage modulus ของ AHAMAA ที่สูงกว่า พอลิ(อะคริลาไมด์-*โค*-กรดอะคริลิก) ซึ่งสอดคล้องกับค่าการดูดซึมน้ำที่ต่ำกว่า เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพในการกำจัดสีย้อมพบว่า AHAMAA มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีย้อม Congo red ดีกว่าพอลิ(อะคริลาไมด์-*โค*-กรดอะคริลิก) เมื่อใช้กรดอะคริลิก, สารเชื่อมขวาง, สารริเริ่มปฏิกิริยา และสารริเริ่มปฏิกิริยาร่วม มีความเข้มข้น 4×10^{-3}, 2.3×10^{-4}, 1.6×10^{-4} และ 12×10^{-4} โมล ตามลำดับ AHAMAA สามารถกำจัดสีย้อมโดยเกิดการดูดซับแบบ Freundlich isotherm ในขณะที่พอลิ(อะคริลาไมด์-*โค*-กรดอะคริลิก) เกิดการดูดซึมสีย้อมเข้าสู่รูพรุนในโครงสร้างของพอลิเมอร์ ในกรณีของสีย้อม direct blue 71 พบว่า ในทุกๆ ภาวะการสังเคราะห์ของ AHAMAA สามารถกำจัดสีย้อมชนิดนี้ได้ โดยเกิดการดูดซับแบบ Freundlich isotherm ในขณะที่พอลิ(อะคริลาไมด์-*โค*-กรดอะคริลิก) ไม่สามารถกำจัดสีย้อมชนิดนี้ได้ นอกจากนี้ AHAMAA ยังมีประสิทธิภาพในการลดความขุ่นของน้ำเสียสังเคราะห์จากสารแขวนลอยดินขาวเคโอลินได้ดีกว่าพอลิ(อะคริลาไมด์-*โค*-กรดอะคริลิก).

สาขาวิชา ปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ ลายมือชื่อนิสิต..

ปีการศึกษา 2549 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..

4772363423: MAJOR PETROCHEMISTRY AND POLYMER SCIENCE
KEY WORD : SUPERABSORBENT POLYMERS / POLYMERIC FLOCCULANT / WATER ABSORBENCY / DYE REMOVAL

PRAON NANAKORN: SYNTHESIS AND PERFORMANCE OF ACRYLAMIDE-BASED ALUMINIUM FLOCCULANT. THESIS ADVISOR: PROF. SUDA KIATKAMJORNWONG, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR: ASST. PROF. SUPAPORN NOPPAKUNDILOGRAT, Ph.D., 132 pp.

Polymeric flocculants of aluminium hydroxide-poly[acrylamide-*co*-(acrylic acid)], AHAMAA, were synthesized by solution crosslinking polymerization using aluminium hydroxide as a coagulant in the presence of acrylamide and acrylic acid as a comonomer pair, *N, N'*- methylenebisacrylamide (N-MBA) crosslink agent, ammonium persulphate (APS) and *N, N, N', N'*-tetramethylethylenediamine (TEMED) as an initiator and co-initiator pair, respectively. The reaction was stirred with a stirring speed of 250 rpm at 40-50°C for 1 h. The reaction products were dewatered by precipitation with acetone, dried in an oven at 50°C for 24 h and milled. The water absorbency, the direct dye removal efficiency and the turbidity reduction of a synthetic wastewater of suspending kaolin with a variety of poly[AM-*co*-(AA)] and AHAMAA were investigated. From the results, it was found that the water absorbency of poly[AM-*co*-(AA)] is always higher than AHAMAA for all synthesized polymers. The water absorbency can be related to the storage modulus of the polymers. The storage modulus of AHAMAA is higher than that of poly[AM-*co*-(AA)], in good agreement with its lower absorbency. The efficiency of Congo red removal by AHAMAA is better than that of poly[AM-*co*-(AA)] synthesized by $4x10^{-3}$, $2.3x10^{-4}$, $1.6x10^{-4}$ and $12x10^{-4}$ mol of the acrylic acid, crosslinking agent, initiator, and co-initiator, respectively. The AHAMAA can remove Congo red which obeys the Freundlich adsorption isotherm, whereas poly[AM-*co*-(AA)] can adsorb Congo red by the transportation of dye molecules into its hydrogel porous structure. In the case of direct blue 71, all the synthesized AHAMAAs can remove the dye and obey the Freundlich isotherm whereas poly[AM-*co*-(AA)] cannot remove it. The AHAMAA is far more effective to reduce turbidity of the kaolin suspending wastewater than poly[AM-*co*-(AA)].

Field of Study Petrochemistry and Polymer Science Student's Signature.....Praon Nanakorn.....
Academic Year 2006 Advisor's Signature.....Suda Kiatkamjorn.....
Co-advisor's Signature.....Supaporn Noppakundilograt.....

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my heartfelt gratitude to my advisor, Professor Suda Kiatkamjornwong, Ph.D. and my co-advisor, Assistant Professor Supaporn Noppakundilograt, Ph.D. for their tireless and valuable instructions in experimental work, writing up the thesis, and other useful advice throughout this research. Moreover, I am also thankful to Professor Pattarapan Prasassarakich, Ph.D., Assistant Professor Warinthorn Chavasiri, Ph.D., and Assistant Professor Voravee P. Hoven, Ph.D. for serving on the thesis committee. I would like to thank Dr. Nispa Seetapan, the researcher from National Metals and Materials Technology Center (MTEC), for her guidance and helpful advices in the rheological study.

I would like to express my special gratitude to Professor Suda Kiatkamjornwong, the recipient of the Research Team Promotion Grant from the Thailand Research Fund (RTA 4780004), for providing the stipend, materials and research expenses to make this thesis become realized and complete. I thank the Program of Petrochemistry and Polymer Science of the Faculty of Science of Chulalongkorn University for partial financial support. I wish to thank the Department of Imaging and Printing Technology of the Faculty of Science of Chulalongkorn University for providing the equipment, chemicals, and facilities. In addition, I am thankful to Siam Chemical & Industry Co., Ltd. for donation of acrylamide monomer. The turbidity measurement facility provided by the General Science Department is also acknowledged. Last but not least, I am gratitude to my parents, my family for their love, inspiration, helpful and encouragement throughout the study.

CONTENTS

PAGE

PAGE

PAGE

PAGE

PAGE

LIST OF TABLES

TABLE PAGE

LIST OF FIGURES

FIGURE PAGE

FIGURE PAGE

FIGURE PAGE

LIST OF SCHEMES

ABBREVIATIONS

SAPs	superabsorbent polymers
AM	acrylamide monomer
AA	acrylic acid monomer
N-MBA	*N, N'*-methylenebisacrylamide
APS	ammonium persulfate
TEMED	*N, N, N', N'*,-tetramethylethylenediamine
I	ionic strength (mol-ion dm^3)
C_e	equilibrium concentration
K_F	Freundlich constant ($l\ mg^{-1}$)
n	the exponent in Freundlich isotherm
Q_{max}	adsorption capacity ($mg\ g^{-1}$)
K_L (or b)	Langmuir adsorption constant ($l\ mg^{-1}$)
JGB	Janus green B
CR	Congo red (direct red 28)
BR-5	Basic red 5
BV-3	Basic violet 3
BCB	Brilliant cresyl blue
DB 71	Direct blue 71
C.I.	Color Index
MW	molecular weight
M	concentration in molar
g	gram

rpm	round per minute
min	minute
h	hour
μl	microlitre
ppm	concentration in part per million
FTIR	Fourier Transform Infrared Spectrophotometer
NMR	Nuclear Magnetic Resonance Spectrometer
SEM	Scanning Electron Microscope
EDX	Energy Dispersive X-ray Spectrometer
ICP-AES	Inductive Couple Plasma Atomic Emission Spectrometer
Q	water absorbency
$g\ g^{-1}$	gram per gram
kV	kilo volt
G’	storage modulus
G”	loss modulus