


การประยุกต์ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์แมกนีเซียมออกไซด์บนตัวรองรับอลูมินา

ในปฏิกิริยาการเผาไหม้แอนไฮไดรด์



นางสาวสุรางคณา อ่ำโพธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี


คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-03-1196-2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AN APPLICATION OF Co-Mg-O/Al₂O₃ CATALYST
ON THE COMBUSTION OF ANHYDRIDES



Miss Surangkana Umpo

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Chemical Engineering

Department of Chemical Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2001

ISBN 974-03-1196-2

สุรางคณา อ่ำโพธิ์ : การประยุกต์ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์แมกนีเซียมออกไซด์บนตัวรองรับ
 รับอลูมินาในปฏิกิริยาการเผาไหม้แอนไฮไดรด์ (AN APPLICATION OF Co-Mg-O/Al₂O₃
 CATALYST ON THE COMBUSTION OF ANHYDRIDES) อ. ที่ปรึกษา :

รศ. ดร. ชราธร มงคลศรี, 100 หน้า. ISBN 974-03-1196-2.

ศึกษาสมบัติออกซิเดชันของตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์แมกนีเซียมออกไซด์บนตัวรองรับ
 อลูมินา โดยปฏิกิริยาการเผาไหม้ของสารประกอบพาทาลิกแอนไฮไดรด์และมาเลอิกแอนไฮไดรด์
 ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าแมกนีเซียมสนับสนุนการดูดซับแอนไฮไดรด์ ซึ่งนำไปสู่การเผาไหม้
 แอนไฮไดรด์ที่ดีขึ้น การศึกษาเพิ่มเติมโดยใช้เบนซีน โทลูอีน เอทิลเบนซีน และกรดอะซีติก
 ซึ่งเห็นว่าปฏิกิริยาชอบที่จะเริ่มเกิดที่วงแอนไฮไดรด์ สำหรับมาเลอิกแอนไฮไดรด์ ตัวเร่ง
 ปฏิกิริยา Co-Mg-O/Al₂O₃ สามารถเริ่มเกิดปฏิกิริยาได้ที่พันธะ C=C ด้วย งานวิจัยยังพบว่าอัตรา
 ส่วนของโคบอลต์ต่อแมกนีเซียมที่เหมาะสมมีผลทำให้การดูดซับแอนไฮไดรด์สอดคล้องกับควม
 ว่องไวในการเร่งปฏิกิริยาของโคบอลต์และตัวรองรับอลูมินา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมเคมี.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมเคมี.....

ปีการศึกษา..... 2544.....

ลายมือชื่อนิสิต..... สุรางคณา อ่ำโพธิ์.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... รศ.ดร.ชราธร.....

#4370591421: MAJOR CHEMICAL ENGINEERING

KEY WORD: COMBUSTION / Co-Mg-O/Al₂O₃ CATALYST / ANHYDRIDE

SURANGKANA UMPO : AN APPLICATION OF Co-Mg-O/Al₂O₃
CATALYST ON THE COMBUSTION OF ANHYDRIDES.

THESIS ADVISOR: ASSOC.PROF. THARATHON MONGKHONSI, Ph.D.

100 pp. ISBN 974-03-1196-2.

The oxidation property of the Co-Mg-O/Al₂O₃ catalyst on the combustion of phthalic anhydride and maleic anhydride was investigated. The results show that magnesium promotes the adsorption of anhydride leading to better combustion of the anhydrides. Further investigation using benzene, toluene, ethylbenzene, and acetic acid indicates that the reactions prefer to initiate at the anhydride ring. For maleic anhydride, the Co-Mg-O/Al₂O₃ catalysts can also initiate the reaction at the C=C bond. The research also found that the ratio of cobalt per magnesium should be at an appropriate ratio to keep a balance between the adsorption of the anhydrides and the catalytic activity of cobalt and alumina support.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department ...Chemical Engineering... Student's signature.....Surangkana Umpo.....

Field of study... Chemical Engineering ... Advisor's signature.....m ansool.....

Academic year.....2001.....

ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to express her greatest gratitude to her advisor, Associate Professor Tharathon Mongkhonsi, for his invaluable guidance throughout this study. Special thanks to Professor Dr. Piyasan Praserttham for his kind supervision of this research. In addition, I would also grateful to Assistant Professor Supakanok Thongyai, as the chairman, Assistant Professor Suttichai Assabumrungrat and Assistant Professor Prasert Pavasant, member of thesis committee.

Many thanks for his kind suggestions and useful help to Mr. Choowong Chaisuk, Mr. Parinya Somrang, Miss Sirinya Chaiharn and many best friends in Chemical Engineering department who have provided encouragement and cooperation throughout this study.

Finally, she also would like to dedicate this thesis to her parents who have always been the source of her support and encouragement.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CONTENTS

	PAGE
ABSTRACT (IN THAI).....	iv
ABSTRACT (IN ENGLISH).....	v
ACKNOWLEDGEMENT.....	vi
CONTENTS.....	vii
LIST OF TABLES.....	ix
LIST OF FIGURES.....	x
CHAPTERS	
I INTRODUCTION.....	1
II LITERATURE REVIEWS.....	5
2.1 Literature reviews.....	5
2.2 Comments on previous works.....	11
III THEORY.....	12
3.1 Mechanism of oxidation reaction.....	13
3.2 Cobalt magnesium oxide catalyst.....	13
3.3 Acidic and Basic Catalyst.....	14
3.4 Chemisorption at oxide surface.....	15
IV EXPERIMENTAL.....	24
4.1 Preparation of catalysts.....	25
4.2 The characterization of catalyst.....	25
4.3 The catalytic activity measurements.....	28
V RESULTS AND DISCUSSION.....	32
5.1 Catalyst characterization.....	32
5.2 Catalytic reaction.....	39
VI CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS.....	56
6.1 Conclusions.....	56
6.2 Recommendations for future studies.....	57
REFERENCES.....	58

CONTENTS (Cont.)

	PAGE
APPENDICES.....	61
Appendix A. CALCULATION OF CATALYST PREPARATION.....	62
Appendix B. CALCULATION OF DIFFUSIONAL LIMITATION EFFECT.....	70
Appendix C. CALCULATION OF SPECIFIC SURFACE AREA.....	85
Appendix D. CALIBRATION CURVE.....	88
Appendix E. DATA OF EXPERIMENT.....	92
Appendix F. MATERIAL SAFETY DATA SHEETS OF PHTHALIC ANHYDRIDE AND MALEIC ANHYDRIDE.....	96
VITA.....	100



คุนยวทยทรพยกร
จุพलगกรณมทวทยาลัย

LIST OF TABLES

TABLES	PAGE
3.1 Classification of solids by electrical conductivity.....	15
3.2 Classification of semiconducting metal oxides.....	21
4.1 The chemicals used in this experiment.....	25
4.2 Operating conditions for gas chromatograph (GOW-MAC).....	26
4.3 Operating conditions for gas chromatographs.....	30
5.1 The composition of different magnesium loading catalyst and BET surface area.....	32
5.2 The composition of different cobalt loading catalyst and BET surface area.....	33



ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF FIGURES

FIGURES	PAGE
3.1 The change from a 3s level to a 3s band as the average interatomic distance between sodium atoms decreases.....	16
3.2 The density of electron energy level $N(E)$ as a function of the energy E for the 3s band.....	17
3.3 The overlap of the 3s and 3p bands in magnesium.....	18
3.4 The Band Theory diagram for an insulator.....	19
3.5 The Band Theory diagram for a p-type impurity semiconductor....	20
3.6 The Band Theory diagram for an n-type impurity semiconductor..	21
4.1 Flow diagram of phthalic anhydride and maleic anhydride combustion system.....	29
5.1 IR spectra of different magnesium loading catalysts.....	34
5.2 IR spectra of different cobalt loading catalysts.....	35
5.3 The XRD pattern of different magnesium loading catalysts.....	37
5.4 The XRD pattern of different cobalt loading catalysts.....	38
5.5 Catalytic activity of Al_2O_3 , $\text{Co}_3\text{O}_4/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$, and $8\text{Co}1\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ catalyst for phthalic anhydride combustion with feed contains 0.05 mol% phthalic anhydride in air.....	41
5.6 Catalytic activity of Al_2O_3 , $\text{Co}_3\text{O}_4/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$, and $8\text{Co}1\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ catalyst for maleic anhydride combustion with feed contains 0.05 mol% maleic anhydride in air.....	42
5.7 The catalytic activity of $8\text{Co}1\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ catalyst for benzene combustion with feed contains 0.03 mol% benzene in air.....	43
5.8. The catalytic activity of $8\text{Co}1\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ catalyst for toluene combustion with feed contains 0.03 mol% toluene in air.....	44
5.9 The catalytic activity of $8\text{Co}1\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ catalyst for ethylbenzene combustion with feed contains 0.03 mol% ethylbenzene in air	45
5.10 Catalytic activity of Al_2O_3 , $\text{Co}_3\text{O}_4/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$, and $8\text{Co}1\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ catalyst for acetic acid combustion with feed contains 0.03 mol% acetic acid in air.....	47

LIST OF FIGURES (Cont.)

FIGURES	PAGE
5.11a The maleic anhydride approaches the catalyst surface.....	48
5.11b The phthalic anhydride approaches the catalyst surface.....	48
5.12 Catalytic activity of Co-Mg-O/Al ₂ O ₃ catalysts that fixed Co at 8 wt% with various Mg wt% for phthalic anhydride combustion with feed contains 0.05 mol% phthalic anhydride in air.....	50
5.13 Catalytic activity of Co-Mg-O/Al ₂ O ₃ catalysts that fixed Co at 8 wt% with various Mg wt% for maleic anhydride combustion with feed contains 0.05 mol% maleic anhydride in air.....	51
5.14 Catalytic activity of Co-Mg-O/Al ₂ O ₃ catalysts that fixed Mg at 1 wt% with various Co wt% for phthalic anhydride combustion with feed contains 0.05 mol% phthalic anhydride in air.....	54
5.15 Catalytic activity of Co-Mg-O/Al ₂ O ₃ catalysts that fixed Mg at 1 wt% with various Co wt% for maleic anhydride combustion with feed contains 0.05 mol% maleic anhydride in air.....	55



 ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย