กระบวนการร่วมด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาของพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำและลิกไนต์โดยใช้นิกเกิลโมลิบดินัมบนอะลูมินา

นางสาวอุมาพร พงศ์ภัณฑารักษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์
หลักสูตรปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-346-496-4

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2 ? มี.ค. 2545

I19471415

CATALYTIC COPROCESSING OF LOW DENSITY POLYETHYLENE WITH LIGNITE USING Ni-Mo ON ALUMINA

Miss Umaporn Pongphuntharak

A Thesis Submitted is Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Petrochemistry and Polymer Science
Program of Petrochemistry and Polymer Science
Faculty of Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2000

ISBN 974-346-496-4

Thesis Title	CATALYTIC COPROCESSING OF LOW DENSITY POLYETHYLENE WITH LIGNITE USING Ni-Mo ON ALUMINA
By	Miss Umaporn Pongphuntharak
Department	Petrochemical and Polymer Science
Thesis Advisor	Assistant Professor Tharapong Vitidsant, Ph.D.

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

.....Dean of Faculty of Science
(Associate Professor Wanchai Phothiphichitr, Ph.D.)

Thesis Committee

.....Chairman
(Professor Pattarapan Prasassarakich, Ph.D.)

.....Thesis advisor
(Assistant Professor Tharapong Vitidsant, Ph.D.)

.....Member
(Associate Professor Wimonrat Trakarnpruk, Ph.D.)

.....Member
(Apinya Duangchan, Ph.D.)

อุมาพร พงศ์ภัณฑารักษ์ : กระบวนการร่วมด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาของพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำและลิกไนต์โดยใช้นิกเกิลโมลิบดินัมบนอะลูมินา (CATALYTIC COPROCESSING OF LOW DENSITY POLYETHYLENE WITH LIGNITE USING Ni-Mo ON ALUMINA) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ธราพงษ์ วิทิตศานต์ : 84 หน้า, ISBN 974-346-496-4

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการเปลี่ยนพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำและถ่านหินไปเป็นผลิตภัณฑ์น้ำมันโดยใช้นิกเกิลโมลิบดินัมบนอะลูมินาเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ในเครื่องปฏิกรณ์ขนาดเล็ก ซึ่งมีการหาสภาวะการทดลองที่เหมาะสมโดยมีการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรต่างๆ ดังนี้ อุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง 400-450 องศาเซลเซียส ความดันของก๊าซไฮโดรเจนที่ใช้ในการทดลอง 30-75 กก./ตร.ซม. เวลาที่ใช้ในการทดลอง 30-180 นาที และอัตราส่วนของพลาสติกต่อถ่านหินที่ใช้ในการทดลอง 15:0.5-15:5

จากผลการทดลองพบว่าสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการทำปฏิกิริยา คือ อุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง 420 องศาเซลเซียส ความดันของก๊าซไฮโดรเจน 60 กก./ตร.ซม. เวลาที่ใช้ในการทดลอง 60 นาที และอัตราส่วนของพลาสติกต่อถ่านหิน 15:1 ที่สภาวะการทำปฏิกิริยาที่เหมาะสมที่สุดนั้นจะให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงถึง 68.1 และการกระจายขององค์ประกอบของผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ได้ คือ ได้สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีปริมาณแนฟทา 44.3 เปอร์เซ็นต์ เคโรซีน 9.6 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันก๊าด (เบา) 6.3 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันก๊าด (หนัก) 3.2 เปอร์เซ็นต์ และไฮโดรคาร์บอนที่ประกอบด้วยโมเลกุลสายโซ่ยาว 4.7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

ภาควิชา.....
สาขาวิชา.....ปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์
ปีการศึกษา.....2543

ลายมือชื่อนิสิต.....อุมาพร พงศ์ภัณฑารักษ์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4173421823 : MAJOR PETROCHEMISTRY AND POLYMER SCIENCE

KEY WORD: CONVERSION OF LOW DENSITY POLYETHYLENE WITH LIGNITE INTO OIL PRODUCT.

UMAPORN PONGPHUNTHARAK: CATALYTIC COPROCESSING OF LOW DENSITY POLYETHYLENE WITH LIGNITE USING Ni-Mo ON ALUMINA. THESIS ADVISOR: ASSOCIATE PROFESSOR THARAPONG VITIDSANT, Ph.D. 84 pp. ISBN 974-346-496-4

This research is a study of catalytic coprocessing of low density polyethylene with lignite on Nickel-Molybdenum on alumina catalyst, and carried out in a high pressure microreactor. Several parameters was varied for determination of the optimum condition, such as, range of reaction temperature of 400-450^{0}C, pressure of hydrogen, 30-75 kg/cm^2, reaction time, 30-180 min. and ratio of low density polyethylene to lignite,15:0.5-15:5.

The results from experiments show that optimum condition was reaction temperature 420^{0}C, pressure of hydrogen 60 kg/cm^2, reaction time 60 min. and ratio of plastic to lignite coal, 15:1. The compositions of oil product at the optimum condition were 44.3 % of naphtha, 9.6 % of kerosene, 6.3% of light gas oil, 3.2 % of heavy gas oil and 4.7 % of long residue and 68.1 % of yield.

Department..... Student's signature.....Umaporn P.

Field of study.....Petrochemistry and Polymer Science..... Advisor's signature.....

Academic year.....2000..... Co-advisor's signature.....

ACKNOWLEDGEMENT

The author would like to express foremost her thanks to the members of committee Professor Pattarapan Prasassarakich, Associate Professor Wimonrat Trakarnpruk, Dr. Apinya Duangchan, and advisor Assistant Professor Tharapong Vitidsant. Thanks also go to Khun Jatuporn Satidsuksanok. Many useful comments are from Mr. Somsuk Trisupakitti, who is very patient in teaching her how to use the equipment: most of all thanks to friends who helps with their information.

Further the author would like to thank The Thailand Research whom for all facilities of this thesis. Special thanks to Chulalongkorn University and Khun Jatuporn Satidsuksanok for financially supporting thesis.

Finally, deepest gratitude goes to parents: Khun Nipon and Khun Tanomjit for their sincere love and concern, and for hardship encountered in these past twenty-five years raising her and teaching her how to take care of herself.

CONTENTS

ABSTRACT (in Thai) iv

ABSTRACT (in English) v

ACKNOWLEDGEMENT vi

CONTENTS vii

LIST OF TABLES ix

LIST OF FIGURES x

ABBREVIATIONS xi

CHAPTER I INTRODUCTION..... 1

- Introduction..... 1

- Objectives..... 2

- Scope of the research..... 2

CHAPTER II THEORY AND LITERATURE REVIEW..... 3

2.1 Coal..... 3

2.1.1 Lignites and sub-bituminous coals..... 3

2.1.2 The origin of coal..... 4

2.1.3 Rank of coal..... 4

2.2 Properties of coals..... 5

2.2.1 Elementary composition and analysis of coals..... 9

2.2.1.1 Proximate Analysis..... 10

2.2.1.2 Ultimate Analysis..... 14

2.3 Polyethylene..... 15

2.4 Physical and chemical properties..... 18

2.5 Thermal cracking..... 19

2.6 Catalytic cracking..... 21

2.7 Hydrocracking processing..... 26

2.8 Literature review..... 28

CONTENTS (CONTINUE)

CHAPTER III EXPERIMENTAL 31
3.1 Materials 31
3.2 Apparatus and instrument 31
3.3 Reactions and procedures 33

CHAPTER IV RESULTS AND DISCUSSION 36
4.1 Ultimate and proximate analysis of coal 36
4.2 Hydrocracking process 37
4.2.1 Effect of reaction temperature on oil composition 37
4.2.2 Effect of pressure of hydrogen on oil composition 39
4.2.3 Effect of reaction time on oil composition 41
4.2.4 Effect of ratio of LDPE/ lignite on oil composition 43

CHAPTER V CONCLUSION 47
- Conclusion 47
- Suggestion for the further study 47

REFERENCES 48
APPENDICES 50
Appendix A 51
Appendix B 56
Appendix C 81
VITA 84

LIST OF TABLES

TABLE PAGE

2.1 Typical ultimate analyses (ash-free-dry basis).....3

2.2 Changes in composition of wood, peat and coals.....6

2.3 Distribution of sulfur forms in certain samples of typical coals..... 13

2.4 Typical properties of polyethylene..... 19

2.5 Analysis of feed and products from hydrocracking process.....26

4.1 Ultimate analysis of lignite coal..... 36

4.2 Proximate analysis of lignite coal..... 37

4.3 Effect of catalytic coprocessing temperature on product composition at 60 kg/cm^2 of hydrogen, 60 minutes of reaction time and ratio of LDPE/ lignite as 15:1..... 38

4.4 The effect of hydrogen pressure on product composition at 420°C of reaction temperature, 60 minutes of reaction time and ratio of LDPE/ lignite as 15:1..... 40

4.5 The effect of reaction time on product composition at 420°C of reaction temperature, 60 kg/cm^2 of hydrogen and ratio of LDPE/ lignite as 15:1.....42

4.6 The effect of ratio of LDPE/ lignite on product composition at 420°C of reaction temperature, 60 kg/cm^2 of hydrogen and 60 minutes of reaction time..... 44

LIST OF FIGURES

FIGURE PAGE

2.1 Possible chemical structure of coal..... 9

3.1 The reaction experimental unit for catalytic coprocessing of low density polyethylene with lignite using Ni-Mo on Alumina..... 32

3.2 Experiment scheme of the production of catalytic coprocessing of low density polyethylene with lignite coal..... 34

4.1 Effect of catalytic coprocessing temperature on product composition as a function of reaction temperature at 60 kg/cm^2 of hydrogen, 60 minutes of reaction time and ratio of LDPE/ lignite as 15:1..... 38

4.2 The effect of hydrogen pressure on product composition at 420^{o}C of reaction temperature, 60 minutes of reaction time and ratio of LDPE/ lignite coal as 15:1 as a function of hydrogen pressure.....40

4.3 Oil product as a function of reaction time, at 420^{o}C of reaction temperature, 60 kg/cm^2 of hydrogen and ratio of LDPE/ lignite as 15:1.....43

4.4 The effect of ratio of LDPE/ lignite on product composition at condition of 420^{o}C of reaction temperature, 60 kg/cm^2 of hydrogen and 60 minutes of reaction time..... 45

4.5 The optimum condition of catalytic coprocessing of LDPE with lignite using Ni-Mo on alumina..... 46

ABBREVIATIONS

HDPE	:	High density polyethylene
LDPE	:	Low density polyethylene
PE	:	Polyethylene
PP	:	Polypropylene
PS	:	Polystyrene
PVC	:	Poly(vinyl chloride)
PET	:	Poly(ethylene terephthalate)
MFI	:	Melt flow index
THF	:	Tetrahydrofuran
$NiMo/Al_2O_3$	:	Nickel molybdenum on alumina
C/H	:	Hydrocarbon
LGP	:	Light hydrocarbon gases
% Y	:	% Yield