การเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วให้เป็นเชื้อเพลิงเหลวบนตัวเร่งปฏิกิริยาเหล็กบนถ่านกัมมันต์ โคบอลต์และโมลิบดินัมบนอะลูมินา และ HZSM-5

นายอำนาจ เพิ่มทรัพย์สกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาเคมีเทคนิค ภาควิชาเคมีเทคนิค

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-53-1614-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CATALYTIC CONVERSION OF WASTE LUBRICATING OIL TO LIQUID FUELS OVER Fe/ACTIVATED CARBON, $CoMo/Al_2O_3$ AND HZSM-5 CATALYSTS

Mr. Amnat Permsubscul

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Doctor of Philosophy in Chemical Technology

Department of Chemical Technology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Acedemic Year 2004

ISBN 974-53-1614-8

Thesis Title	CATALYTIC CONVERSION OF WASTE LUBRICATING OIL TO LIQUID FUELS OVER Fe/ACTIVATED CARBON, $CoMo/Al_2O_3$ AND HZSM-5 CATALYSTS
By	Mr. Amnat Permsubscul
Field of Study	Chemical Technology
Thesis Advisor	Professor Somsak Damronglerd, Dr.Ing.
Thesis Co-advisor	Associate Professor Tharapong Vitidsant, Dr.de l'INPT

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

..... Dean of the Faculty of Science

(Professor Piamsak Menasveta, Ph.D.)

THESIS COMMITEE

.....Chairman

(Professor Pattarapan Prasassarakich, Ph.D.)

.....Thesis Advisor

(Professor Somsak Damronglerd, Dr.Ing)

.....Thesis Co-advisor

(Associate Professor Tharapong Vitidsant, Dr.de l'INPT)

.....Member

(Professor Pramote Chaiyavech, Ph.D.)

.....Member

(Associate Professor Somkiat Ngamprasertsith, Dr.de l'INPT)

.....Member

(Assistant Professor Kejvalee Pruksathorn, Dr.de l'INPT)

อำนาจ เพิ่มทรัพย์สกุล : การเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วให้เป็นเชื้อเพลิงเหลวบนตัวเร่งปฏิกิริยาเหล็กบนถ่านกัมมันต์ โคบอลต์และโมลิบดินัมบนอะลูมินา และ HZSM-5. (CATALYTIC CONVERSION OF WASTE LUBRICATING OIL TO LIQUID FUELS OVER Fe/ACTIVATED CARBON, $CoMo/Al_2O_3$ AND HZSM-5 CATALYSTS)
อ. ที่ปรึกษา ศ.ดร.สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ.ดร.ธราพงษ์ วิทิตศานต์ 153หน้า. ISBN 974-53 -1614-8.

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วให้เป็นเชื้อเพลิงเหลวบนตัวเร่งปฏิกิริยาเหล็กบนถ่านกัมมันต์ โคบอลต์และโมลิบดินัมบนอะลูมินา และ HZSM-5 ด้วยเครื่องปฏิกรณ์ขนาดเล็กรูปทรงกระบอก ขนาด 70 มิลลิลิตร ปฏิกิริยาดำเนินไปภายใต้ความดันเริ่มต้นของแก๊สไฮโดรเจนในช่วง 5 ถึง 10 บาร์ อุณหภูมิระหว่าง 375 ถึง 425 องศาเซลเซียส เวลาของปฏิกิริยาระหว่าง 10 ถึง 90 นาที ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาเหล็กบนถ่านกัมมันต์และโคบอลต์และโมลิบดินัมบนอะลูมินาอยู่ในช่วงร้อยละ 1 ถึง 5 โดยน้ำหนัก และร้อยละ 0.1 ถึง 1 โดยน้ำหนักสำหรับตัวเร่งปฏิกิริยา HZSM-5 จากผลการทดลองพบว่าสัดส่วนการเปลี่ยนของน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วและการแจกแจงผลิตภัณฑ์ที่ได้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาและระยะเวลา เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาและระยะเวลาพบว่าแก๊สผลิตภัณฑ์ แก๊สโซลีน เคโรซีน และแก๊สออยล์เบา มีปริมาณเพิ่มขึ้น โดยภาวะที่ให้ร้อยละผลได้ของแก๊สโซลีนสูงสุดคือ อุณหภูมิ 425 องศาเซลเซียส ความดันเริ่มต้นของแก๊สไฮโดรเจน 5 บาร์ ระยะเวลา 60 นาที ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาเหล็กบนถ่านกัมมันต์และโคบอลต์และโมลิบดินัมบนอะลูมินาร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก สำหรับ HZSM-5 เป็นร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวประกอบไปด้วยพาราฟินสายโซ่ตรงที่มีจำนวนคาร์บอน 7 ถึง 20 อะตอม พาราฟินสายโซ่กิ่งที่มีจำนวนคาร์บอน 8 ถึง 10 อะตอม และ สารประกอบแอโรแมติกเช่น โทลูอีน เอทิลเบนซีน และไซลีน ระหว่างตัวเร่งปฏิกิริยาทั้ง 3 ชนิด พบว่าเหล็กบนถ่านกัมมันต์ให้ปริมาณแก๊สโซลีนสูงสุด และมีความจำเพาะเจาะจงสูงต่อการเกิดพาราฟินสายโซ่ตรงที่มีจำนวนคาร์บอน 7 ถึง 15 อะตอม การศึกษาทางจลนพลศาสตร์พบว่า ปฏิกิริยาการแตกตัวน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วเป็นปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง พลังงานก่อกัมมันต์มีค่าอยู่ในช่วง 82.87 ถึง 122.98 กิโลจูลต่อโมล

ภาควิชา เคมีเทคนิค ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา เคมีเทคนิค ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา 2547 ลายมือชื่ออาจารย์ทีปรึกษาร่วม.....

4473853523 : MAJOR CHEMICAL TECHNOLOGY
KEY WORD: WASTE LUBRICATING OIL / LIQUID FUELS / Fe-ACTIVATED CARBON / $CoMo/Al_2O_3$ / HZSM-5 / CATALYTIC CONVERSION
AMNAT PERMSUBSCUL : THESIS TITLE CATALYTIC CONVERSION OF WASTE LUBRICATING OIL TO LIQUID FUELS OVERFe/ACTIVATED CARBON, $CoMo/Al_2O_3$ AND HZSM-5 CATALYSTS THESIS ADVISOR: PROF.SOMSAK DAMRONGLERD, Dr. Ing, THESIS COADVISOR :ASSOC.PROF.THARAPONG VITIDSANT,Dr. de l'INPT 153 pp. ISBN 974-53-1614-8.

The catalytic conversion of waste lubricating oil to liquid fuels was studied over iron-loaded activated carbon (Fe/AC), $CoMo/Al_2O_3$ and HZSM-5 catalysts in a 70-ml. cylindrical micro-reactor. The reaction was run under initial hydrogen pressure range 5 to 10 bar, temperature between 375 °C and 425 °C, reaction time of 10 to 90 minutes, weight percent of Fe/AC and $CoMo/Al_2O_3$ from 1% to 5% and 0.1% to 1% for HZSM-5. The conversion of waste oil and the product distribution was depended on the reaction temperature, catalyst content and reaction time. Increase in the reaction temperature, amount of catalyst and reaction time increased the formation of gas, gasoline, kerosene and light gas oil. The highest gasoline yield was obtained by operating at temperature of 425 °C, initial hydrogen pressure at 5 bar and reaction time of 60 minutes with 5% by weight of $CoMo/Al_2O_3$ and Fe/AC and 1% by weight of HZSM-5. The liquid products consisted of C_7-C_{20} of n-paraffins, C_8-C_{10} of iso-paraffins and aromatic compounds such as toluene, ethylbenzene and xylene. Among the three catalysts, Fe/AC gave the highest yield of gasoline and highly selective to C_7-C_{15} paraffin hydrocarbon formation. The kinetic study reveals that the catalytic cracking of waste lubricating oil follows first order. The activation energies have been found of the order of 82.87-122.98 kJ/mol.

Department Chemical Technology Student's signature.....
Field of Study Chemical Technology Advisor's signature.....
Academic year 2004 Co-advisor's signature.....

ACKNOWLEDGEMENTS

The author is very appreciates the kindness of his advisor; Prof. Somsak Damronglerd, co-advisors; Associate Prof. Tharapong Vitidsant for his assistance, care, guidance and constant encouragement. Special gratitute is also expressed to Prof. Pattarapan Prasassarakich, the chairman and Prof. Pramote Chaiyavech, Associate Prof. Somkiat Ngamprasertsith, and Assistant Prof. Kejvalee Pruksathorn, the committee of his presentation.

The author sincerely thanks the Faculty of Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang for providing a scholarship to his to carry out his study at Chulalongkorn University. The author would like to thank the Graduate School, Chulalongkorn University for supporting a research's scholarship to his dissertation. Thank go towards the maintenance section, Bangsue Train Station, Thailand for providing the waste lubricating oil throughout this thesis.

Thank all people who gave generously of their time and talents to help him in many aspects such as the academic discussions and teaching the operation of instruments. They are Mrs. Ratchanee Sae-eng, Miss Naruephat Tangmankongworakoon, Mr.Wichakorn Jarusiri, Mr.Aungsuthorn Mahittikul, Mr. Anawut Katekong, and Mr.Nuntapol Sukmongkol.

Finally, a special thank is conducted to the author's family for their love, inspiration and endless encouragement throughout this entire study.

CONTENTS

PAGE

PAGE

PAGE

LIST OF TABLES

TABLE **PAGE**

TABLE **PAGE**

TABLE **PAGE**

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**