DEVELOPMENT OF INDUSTRIALIZED Ru/MCM-48 AND Ru/HMOR-BASED CATALYSTS FOR WASTE TIRE PYROLYSIS

Chaiyaporn Witpathomwong

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University
in Academic Partnership with
The University of Michigan, The University of Oklahoma,
Case Western Reserve University, and Institut Français du Pétrole
2011

I25375051

Thesis Title:	Development of Industrialized Ru/MCM-48 and Ru/HMOR-Based Catalysts for Waste Tire Pyrolysis
By:	Chaiyaporn Witpathomwong
Program:	Petrochemical Technology
Thesis Advisor:	Assoc. Prof. Sirirat Jitkarnka
	Assoc. Prof. Sujitra Wongkasemjit

Accepted by the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, in partial fulfilment of the requirements for the Degree of Master of Science.

..... College Dean
(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

Thesis Committee:

.....
(Assoc. Prof. Sirirat Jitkarnka)

.....
(Assoc. Prof. Sujitra Wongkasemjit)

.....
(Asst. Prof. Thammanoon Sreethawong)

.....
(Dr. Kosin Wutticharoenwong)

ท4-2375

ABSTRACT

5271005063: Petrochemical Technology Program
Chaiyaporn Witpathomwong: Development of Industrialized Ru/MCM-48 and Ru/HMOR-Based Catalyst for Waste Tire Pyrolysis
Thesis Advisor: Assoc. Prof. Sirirat Jitkarnka and Assoc. Prof. Sujitra Wongkasemjit 148 pp.
Keywords: Pyrolysis/ Waste Tires/ Light Olefins/ Ruthenium/ HMOR/ MCM-48/ Matrix/ Binder

The demands of light olefins are continuously increased because each of them is one of the Seven Sisters, which are the major raw materials of petrochemical industry. The light olefins can be produced by the oxidative dehydrogenation of alkane, the steam cracking of parafinic hydrocarbon, and the fluid catalytic cracking of heavy oils. This work developed an industrial catalyst of catalytic pyrolysis waste tire for producing light olefins. The industrial catalysts consisted of various combinations of (1) the active component, either Ru/MCM-48 or Ru/HMOR, (2) matrixes such as kaolin, bentonite, montmorillonite, or talcum, and (3) the binder (α-alumina). The study on Ru/MCM-48 based extrudates revealed that the combination; 15% of Ru/MCM-48, 75% of the matrix, and 10% of the binder, was the appropriate composition to produce the highest amount of light olefins. For Ru/HMOR based extrudates, the appropriate composition was 10% of Ru/HMOR, 80% of kaolin, and 10% of α-alumina. The particles of an active component usually generate heat which causes over-cracking. A matrix in the catalyst then helps to spread the heat from the active component in order to prevent over-cracking. In addition, the study of various types of matrix found that bentonite and talc were the best matrixes and heat dissipaters. They help improving the selectivity of light olefins in the gas product.

บทคัดย่อ

ชัยพร วิทย์ปฐมวงศ์ : การพัฒนาตัวเร่งปฏิกิริยารูทีเนียมบนวัสดุรูพรุนขนาดกลางเอ็มซีเอ็มสี่สิบแปดและรูทิเนียมบนมอร์ดีไนท์ซีโอไลท์เพื่อการอุตสาหกรรมไพโรไรซิสยางหมดสภาพ (Development of Industrialized Ru/MCM-48 and Ru/HMOR-Based Catalyst for Waste Tires Pyrolysis) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. ศิริรัตน์ จิตการค้า และ รศ. ดร. สุจิตรา วงศ์เกษมจิตต์ 148 หน้า

ความต้องการของโอเลฟินส์เบาในปัจจุบันเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเพราะว่าเป็น 1 ใน 7 วัตถุดิบหลักของอุตสาหกรรมปิโตรเคมี งานวิจัยชิ้นนี้เป็นการพัฒนาตัวเร่งปฏิกิริยาอุตสาหกรรมในการไพโรไลซิสยางหมดสภาพเพื่อผลิตโอเลฟินส์เบา ตัวเร่งปฏิกิริยาสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมมักจะประกอบไปด้วย (1) ตัววองไว ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้แก่ โลหะรูธีเนียมบนตัวรองรับสองชนิด คือ วัสดุรูที่มีพรุนขนาดกลางที่เรียกว่าเอ็มซีเอ็มสี่สิบแปดหรือมอร์ดีไนท์ซีโอไลท์ (2) ตัวเมทริกซ์ ซึ่งได้แก่ ดินเกาลิน, ดินเบนโทไนท์, ดินมอนมอริลโลไนท์ และ ดินแทลคัม และ (3) ตัวประสาน ได้แก่ แอลฟาอลูมินา จากการศึกษาเพื่อหาส่วนประกอบที่เหมาะสมของตัวเร่งปฏิกิริยาโลหะรูธีเนียมบนตัวรองรับวัสดุรูพรุนขนาดกลาง เอ็มซีเอ็มสี่สิบแปดพบว่า 15% ของรูธีเนียมบนวัสดุรูพรุนขนาดกลาง เอ็มซีเอ็มสี่สิบแปด, 75% ของตัวเมทริกซ์, และ 10% ของตัวประสาน เป็นส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตโอเลฟินส์เบาได้มากที่สุด สำหรับโละหะรูธีเนียมบนตัวรองรับมอร์ดีไนท์ซีโอไลท์ ส่วนประกอบที่เหมาะสมคือ 10% ของรูธีเนียมบนมอร์ดีไนท์ซีโอไลท์, 80% ของตัวเมทริกซ์, และ 10% ของตัวประสาน ตัวรองรับในตัวเร่งปฏิกิริยาจะช่วยกระจายความร้อนที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาจากตัววองไว ทำให้ไม่เกิดจากแตกตัวต่อ และจากการศึกษาหาประเภทของตัวเมทริกซ์ที่เหมาะสมได้พบว่าดินเบนโทไนท์และดินแทลคัมเป็นตัวเมทริกซ์ที่เหมาะสมและที่สุด การที่มีตัวเมทริกซ์ที่เหมาะสมจะช่วยทำให้เพิ่มการเลือกสรรค์ต่อการเกิดโอเลฟินส์เบาในผลิตภัณฑ์แก๊ส

ACKNOWLEDGEMENTS

First of all, I need to thank god for his blessing, inspiration, and power to do everything.

Moreover, I would like to thank Assoc. Prof. Sirirat Jitkarnka, my advisor, who created this thesis, recommended, forced, and guided to the successful work. For the other, I will not forget Assoc. Prof. Sujitra Wongkasemjit for her suggestions on the synthesis of materials and supports.

I am thankful to Ms. Rujirat Longloilert, a Ph.D. student for her suggestions on synthesizing substances and MCM-48 for me.

I would like to thank Mr. Udomsak and Compound Clay Co,Ltd. for supporting clays used.

I am proud to be a student at the Petroleum and Petrochemical College, and thank for the funding agents for in the research, including Thailand Research Fund, the Commissions on Higher Education and the National Center of Excellence for Petroleum, Petrochemicals, and Advanced Materials, Chulalongkorn University, Thailand. In addition, all PPC's staff helps to teach and maintain the machinery instrument.

Finally, I would like to thank all my friends and Ph.D. students for their friendly cheerful, creative suggestions and useful assistance. Also, I would like to gratitude to my parents for their care, love, an78 understanding all supports to me all the time.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER **PAGE**

CHAPTER **PAGE**

LIST OF TABLES

TABLE **PAGE**

TABLE **PAGE**

TABLE **PAGE**

TABLE **PAGE**

TABLE **PAGE**

TABLE **PAGE**

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**