DEVELOPMENT OF INDUSTRIALLIZED Pd/BETA BASED CATALYST FOR WASTE TIRE PYROLYSIS

Pisit Akarapatanakul

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

Thesis Title:	Development of Industrialized Pd/Beta based Catalyst for Waste Tire Pyrolysis
By:	Pisit Akarapatanakul
Program:	Petroleum Technology
Thesis Advisor:	Assoc. Prof. Sirirat Jitkarnka

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)

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

.....
(Dr. Khavinet Lourvanij)

ABSTRACT

5273015063: Petroleum Technology Program
Pisit Akarapatanakul: Development of Industrialized Pd/Beta based Catalyst for Waste Tire Pyrolysis
Thesis Advisor: Assoc. Prof. Sirirat Jitkarnka 111 pp.
Keywords: Pyrolysis/ Waste Tires/ Naphtha/ Palladium/ BETA/ Bifunctional Catalysts/ Matrix

Catalytic waste tires pyrolysis is one alternative that has recieved a great deal of attention in handling many kinds of waste materials such as plastic and tires. In a previous work, 0.25 wt % of palladium supported on beta zeolite has been proven to be the best catalyst in producing naphtha range hydrocarbons. In this research, further investigation on two different Si/Al ratios of beta zeolite support and two different kinds of natural clay matrixes were studied. The agglomerated catalysts composed of various percentages of active component (5, 20, and, 40 wt %.) in the presence of alumina binder (10 wt %.) and a matrix were investigated to find the one that gave the optimum naphtha yields at a high content in the oil obtained from the catalytic pyrolysis of waste tire. According to the results, it was found that each clay matrix itself was not catalytically inactive as it helped reduce the heavy hydrocarbon content and enhanced the production of light oil fraction. The best agglomerated catalyst composition for the naphtha production, which provided the highest concentration of naphtha in the oil product, was found to be 20 wt. % of active Pd/Beta zeolite (Si/Al = 250), 70 wt. % of bentonite, and 10 wt% of α-alumina. Moreover, this agglomerated catalyst composition also gave the maximum yield of the overall naphtha produced from catalytic waste tire pyrolysis. The synergistic effect between the mild cracking activity of the matrix and the cracking activity of active component is the cause of this high naphtha selectivity.

บทคัดย่อ

พิสิฐ อัครพัฒนากูล: การพัฒนาตัวเร่งปฏิกิริยาพาลาเดียมบนเบต้าซีโอไลท์เพื่ออุตสาหกรรม (Development of Industriallized Pd/Beta based Catalysts for Waste Tire Pyrolysis) อ. ที่ปรึกษา รศ. ดร. ศิริรัตน์ จิตการค้า 111 หน้า

กระบวนการไพโรไลซิสโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา เป็นทางเลือกหนึ่งที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากเพื่อใช้จัดการกับวัสดุเหลือทิ้ง เช่น ขยะพลาสติกและยางหมดสภาพ ในงานวิจัยที่ผ่านมาชิ้นหนึ่งพบว่า 0.25 wt.% พาลาเดียมบนเบต้าซีโอไลท์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ดีที่สุดในการผลิตผลิตภัณฑ์ไฮโดรคาร์บอนในช่วงแนฟทา ในงานวิจัยนี้ได้นำตัวเร่งปฏิกิริยานี้มาศึกษาต่อโดยใช้เบต้าซีโอไลท์ที่มีอัตราส่วนของซีลิก้าต่ออะลูมินาที่ต่างกันสองชนิด และใช้ดินธรรมชาติที่ต่างกันอีกสองชนิดเป็นเมทริกซ์ของตัวเร่งปฏิกิริยาดังกล่าว โดยมีจุดประสงค์เพื่อหาองค์ประกอบของตัวเร่งปฏิกิริยาที่ดีที่สุด ที่ให้ความเข้มข้นและปริมาณของแนฟทาในน้ำมันที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซิสของยางหมดสภาพสูงที่สุด จึงได้ทดลองเปลี่ยนแปลงปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นตัวว่องไวจากร้อยละ 5, 20 และ 40 โดยน้ำหนักโดยมีองค์ประกอบของตัวประสานคงที่ที่ร้อยละ 10 ที่เหลือเป็นตัวรองรับ จากผลการทดลองพบว่า ดินธรรมชาติเพียงอย่างเดียวก็มีส่วนร่วมในการทำปฏิกิริยา เนื่องจากมันสามารถช่วยลดปริมาณของไฮโดรคาร์บอนหนักและเพิ่มปริมาณของไฮโดรคาร์บอนเบาในน้ำมันได้ ตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีอัตราส่วนของพาลาเดียมบนเบต้าซีโอไลท์ซึ่งมีส่วนประกอบของซีลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 250 ร้อยละ 20 ในตัวเมทริกซ์ที่เป็นดินชนิดเบนโทไนท์ปริมาณร้อยละ 70 และอัลฟาอะลูมินาร้อยละ 10 นั้น สามารถเพิ่มความเข้มข้นของแนฟทาในน้ำมันได้มากที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า องค์ประกอบของตัวเร่งปฏิกิริยาที่อัตราส่วนดังกล่าวสามารถให้ปริมาณการผลิตแนฟทามากที่สุดอีกด้วย จากผลการทดลอง มีความเป็นไปได้ว่าตัวเมทริกซ์ที่ใช้นั้นมีความเป็นกรดอ่อนซึ่งสามารถช่วยเสริมความสามารถในการแตกตัวของตัวว่องไวได้

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to take this opportunity to express my appreciation for those who had been so significantly influential and responsible for my achievement in order to complete this thesis.

This research work could not have been accomplished without the assistance and supports from all these individuals and organizations.

First and foremost, I would like to express my sincerest gratitude to my advisor, Assoc. Prof. Sirirat Jitkarnka, for the valuable guidance, attentive encouragement, and all the helpful supports throughout this thesis work.

Unforgettably, appreciation is forwarded to all my family and friends for their cheerful encouragement, understanding and generous supports at all time.

My sincere appreciation also extends to all staff members at The Petroleum and Petrochemical College who have provided helpful assistance and many useful technical supports at various occasions.

Lastly, I would like to thank the National Center of Excellent for Petroleum, Petrochemicals, and Advance Materials, the petroleum and Petrochemicals College, Chulalongkorn University, Thailand Research Fund, and the Commision on Higher Education for the mutual financial support.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER **PAGE**

CHAPTER **PAGE**

LIST OF TABLES

TABLE **PAGE**

TABLE **PAGE**

TABLE **PAGE**

TABLE **PAGE**

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**