# PRODUCTION OF BIOJET FROM HYDROGENATED BIODIESEL OVER Pt/HY CATALYSTS: EFFECT OF ZEOLITE CRYSTAL SIZE

Nik Jadpon

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
2014

I28369907

| | |
|---|---|
| **Thesis Title:** | Production of Biojet from Hydrogenated Biodiesel over Pt/HY Catalysts: Effect of Zeolite Crystal Size |
| **By:** | Nik Jadpon |
| **Program:** | Petroleum Technology |
| **Thesis Advisors:** | Asst. Prof. Siriporn Jongpatiwut |
| | Assoc. Prof. Metta Chareonpanich |

---

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:**

.....

(Asst. Prof. Siriporn Jongpatiwut)

.....

(Assoc. Prof. Metta Chareonpanich)

.....

(Assoc. Prof. Thirasak Rirksomboon)

.....

(Dr. Suchada Butnark)

570668

# ABSTRACT

5573017063: Petroleum Technology Program
Nik Jadpon: Production of Biojet from Hydrogenated Biodiesel over Pt/HY Catalysts: Effect of Zeolite Crystal Size.
Thesis Advisors: Asst. Prof. Siriporn Jongpatiwut and Assoc. Prof. Metta Chareonpanich 83 pp.
Keywords: Hydrocracking/ Jet fuel/ Y zeolite/ Small crystallite size/ Jatropha-oil/ Hydrogenated biodiesel

The use of biojet fuel in commercial aviation has received considerable attention in recent years because it can solve the problems associated with petroleum-based fuels such as unstable prices and environmental issues. In this research, the effect of different crystallite sizes of Pt/HY catalysts were studied for producing hydrotreated renewable jet (HRJ) fuel. The smaller Y zeolite of catalyst results in shorter pore length, thus reducing the diffusion limitation. HY zeolite and Pt/HY catalysts were prepared by using microwave-hydrothermal (M-H) and incipient wetness impregnation (IWI) method, respectively. In order to prepare the different crystallite sizes, aging time, crystallization temperature, and alkalinity were adjusted. The catalysts were tested in a continuous flow packed-bed reactor at 450 °C, 500 psig, liquid hourly space velocity of 1.0 $h^{-1}$, and $H_2$/feed molar ratio of 30. The XRD results showed that NaY zeolite was successfully synthesized after hydrothermal reaction at 100 °C for 2 h by using the microwave technique. The lower crystallization temperature, longer aging time, and higher $Na_2O$ contents resulted in small crystal size zeolite because the conditions allow an increase in number of nuclei precursors and reduce the growth rate of crystallization. In comparison with the three different crystal sizes, the results showed a good correlation between the crystal size of zeolites and conversion in which the smaller crystal size of synthesized Y zeolite exhibited higher catalytic activity and higher selectivity of jet fuel.

# บทคัดย่อ

นิกซ์ จัดพล : การผลิตน้ำมันไบโอเจ็ทจากน้ำมันไฮโดรจีเนตเต็ดไบโอดีเซลโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา Pt บนตัวรองรับ HY: ผลของขนาดผลึกซีโอไลต์ (Production of Biojet from Hydrogenated Biodiesel over Pt/HY Catalysts: Effect of Zeolite Crystal Size) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. ศิริพร จงผาติวุฒิ และ รศ. ดร. เมตตา เจริญพานิช 83 หน้า

การใช้น้ำมันเจ็ทที่มาจากพลังงานหมุนเวียนที่ผลิตจากชีวมวลในเชิงการบินพาณิชย์มีความน่าสนใจอย่างมากเมื่อไม่นานมานี้เพราะว่าสามารถแก้ปัญหาที่เกี่ยวเนื่องจากปิโตรเลียม เช่น ความไม่เสถียรของราคา และ ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมได้ งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการผลิตน้ำมันเจ็ทที่มาจากพลังงานหมุนเวียนโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา Pt บนตัวรองรับ HY ที่มีขนาดที่แตกต่างกัน ตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีขนาดเล็กลงจะทำให้ระยะทางของรูพรุนลดลงและยังสามารถลดข้อจำกัดการแพร่ของสารตั้งต้นซึ่งจะส่งผลต่อความว่องไวและความคัดสรรของตัวเร่งปฏิกิริยาได้อีกด้วย ในงานวิจัยนี้ตัวเร่งปฏิกริยา HY และ Pt/HY เตรียมโดยใช้เทคนิคไมโครเวฟและวิธีการฝังแบบชื้นตามลำดับ อีกทั้งตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาการเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีขนาดผลึกที่แตกต่างกันได้แก่ เวลาที่ใช้ในการบ่ม อุณหภูมิในการตกผลึก และความเป็นเบสในขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เตรียมขึ้นจะถูกนำมาทดสอบโดยใช้เครื่องปฏิกรณ์แบบเบดนิ่งชนิดไหลต่อเนื่อง ที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส ความดัน 500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว สัดส่วนสารป้อนต่อปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 1 ต่อชั่วโมง และสัดส่วนโดยโมลของไฮโดรเจนต่อสารป้อนที่ 30 จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ตัวเร่งปฏิกิริยาชนิด NaY สามารถสังเคราะห์ได้อย่างสมบูรณ์ที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง โดยใช้เครื่องไมโครเวฟเป็นตัวให้พลังงานความร้อน การลดลงของอุณหภูมิในการตกผลึก การเพิ่มขึ้นของเวลาที่ใช้ในการบ่มและปริมาณ $Na_2O$ จะส่งผลให้ขนาดผลึกของตัวเร่งปฏิกิริยาที่สังคราะห์ได้มีขนาดเล็กลง เนื่องจากจะส่งผลต่อการเพิ่มของสารตั้งต้นนิวคลีไอด์ และการลดลงของอัตราการโตของผลึก นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบของขนาดผลึกซีโอไลต์ที่แตกต่างกัน พบว่าขนาดผลึกที่เล็กกว่าจะทำให้ความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาสูงขึ้น และการคัดสรรเป็นผลิตภัณฑ์เจ็ทก็มีมากขึ้นเช่นกัน

## ACKNOWLEDGEMENTS

For the success of this thesis, I would like to thank many people and organization who have contributed to my thesis work.

First of all, I would like to take this chance to sincerely thank my advisor, Asst. Prof. Siriporn Jongpatiwut, for her helpful suggestions, discussions, and supervision from the very early stage of this research.

I would also like to thank my co-advisor, Assoc. Prof. Metta Chareonpanich, for her support, suggestion, and discussion through this research work.

I would like to thank Assoc. Prof. Thirasak Rirksomboon and Dr. Suchada Butnark for kindly serving as my thesis committee. Their suggestions are certainly important and helpful for completion of this thesis.

I would like to thank all faculty and staff at The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University for their kind assistance and cooperation.

This thesis work is funded by The Petroleum and Petrochemical College (PPC); Center of Excellence on Petrochemical and Materials Technology; and PTT Public Company Limited, Thailand. Therefore, I would like to acknowledge for their support.

A lot of thanks to all of friends, brothers, and sisters at PPC especially, Ms. Tepin Hengsawad, Mr. Chanon Kritsanakun, and friends in rooms 611, 612 and 614, who give me a friendly support, encouragement, cheerfulness, and assistance. Without them, two years in PPC would have been meaningless for me. I had the most enjoyable time working with all of them.

Finally, I would like to express my sincere gratitude to thank my family, for showing me the joy of intellectual pursuit ever since I was a child, for standing by me and for understanding every single part of my mind.

# TABLE OF CONTENTS

**CHAPTER** **PAGE**

# LIST OF TABLES

## LIST OF FIGURES

**FIGURE** **PAGE**

**FIGURE** **PAGE**

**FIGURE** **PAGE**