



รายงานการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนาตัวเร่งปฏิกิริยาแพลทินัมนขนาดนาโนเพื่อใช้ในปฏิกิริยาดีไฮโดรจิเนชันของ
สารประกอบอัลเคนเบา

Development of nanocrystalline platinum catalyst for dehydrogenation of light alkanes

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โอกร เมฆาสุวรรณคำรอง/Assistant Prof. Okorn Mekasuwandumrong

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชูวงศ์ ชัยสุข/ Assistant Prof. Choowong Chaisuk

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากรประจำปีงบประมาณ 2558

ปีที่ดำเนินการเสร็จ 2560

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำงานวิจัยชิ้นนี้ผู้วิจัยได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากทุนวิจัยงบประมาณแผ่นดินจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทคัดย่อ

ชื่อโครงการ การพัฒนาตัวเร่งปฏิกิริยาแพลทินัมขนาดนาโนเพื่อใช้ในปฏิกิริยาดีไฮโดรจิเนชันของสารประกอบอัลเคนเบา

- ชื่อนักวิจัย 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โอรส เมฆาสุวรรณดำรง (หัวหน้าโครงการ)
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชวรงค์ ชัยสุข (ผู้ร่วมวิจัย)
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร

แหล่งทุนอุดหนุนการวิจัย งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2558

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีที่เสร็จ 2560

ประเภทการวิจัย การวิจัยประยุกต์

สาขาวิชา วิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมวิจัย

ไม่นานมานี้ปฏิกิริยาดีไฮโดรจิเนชันของโพรเพนกำลังเป็นที่สนใจเป็นอย่างมากเนื่องจากความต้องการของโพรพิลีนที่มากขึ้น อย่างไรก็ตามปฏิกิริยาดีไฮโดรจิเนชันของโพรเพนนั้นเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อนซึ่งต้องใช้อุณหภูมิสูงซึ่งเพื่อให้ได้ปริมาณโพรพิลีนมาก ดังนั้นการเสื่อมสภาพของตัวเร่งปฏิกิริยาจากการเกิดโค้กบนผิวของตัวเร่งปฏิกิริยานั้นหลีกเลี่ยงไม่ได้ในกระบวนการผลิต ในงานวิจัยนี้ผลกระทบของการเติมทินและซีเรียมลงไปบนตัวเร่งปฏิกิริยา แพลทินัมบนตัวรองรับเอ็มซีเอ็มสี่สิบเอ็ดสำหรับปฏิกิริยาดีไฮโดรจิเนชันของโพรเพนถูกศึกษา ตัวเร่งปฏิกิริยาจะถูกเตรียมด้วยเทคนิคการเคลือบผงแบบแห้ง สมบัติทางกายภาพและเคมีของตัวเร่งปฏิกิริยา แพลทินัม, แพลทินัม-ทิน และแพลทินัม-ทิน-ซีเรียมบนตัวรองรับเอ็มซีเอ็มสี่สิบเอ็ดจะถูกวัดโดยใช้เทคนิคการวัดการดูดซับทางกายภาพของแก๊สไนโตรเจน, เอ็กซ์เรย์ดิฟแฟรกชัน, การวัดการดูดซับทางเคมีของแก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์, และ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาของตัวเร่งปฏิกิริยาที่เตรียมขึ้นจะถูกทดสอบในปฏิกิริยาดีไฮโดรจิเนชันของโพรเพน ผลที่ได้พบว่าเมื่อทำการเติมทินในปริมาณที่เหมาะสมค่าการกระจายตัวของโลหะแพลทินัม โพรเพนคอนเวอร์ชัน และค่าการเลือกเกิดของโพรพิลีนมีค่าเพิ่มขึ้นโดยที่ค่าคอนเวอร์ชันและค่าการเลือกเกิดคงที่ที่ 16 และ 87 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อทำการเติมซีเรียมเพิ่มเข้าไปในปริมาณที่เหมาะสมค่าการกระจายตัวของโลหะแพลทินัมยังคงเพิ่มขึ้น การเติมซีเรียมเพิ่มเข้าไปไม่ได้ส่งผลมากกับค่าการเลือกเกิดของโพรพิลีนแต่สามารถเพิ่มค่าโพรเพนคอนเวอร์ชันได้ ตัวเร่งปฏิกิริยา แพลทินัม-ทิน-ซีเรียมบนตัวรองรับเอ็มซีเอ็มสี่สิบเอ็ดที่เติมทินและซีเรียมลงไปอย่างละ 1 เปอร์เซ็นต์มีความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาดีไฮโดรจิเนชันของโพรเพนและค่าการเลือกเกิดคงที่ที่ 25 และ 87 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ แพลทินัมบนตัวรองรับเอ็มซีเอ็มสี่สิบเอ็ด, ทิน, ซีเรียม, ปฏิกิริยาดีไฮโดรจิเนชันของโพรเพน

Abstract

Research Title: Development of nanocrystalline platinum catalyst for dehydrogenation of light alkanes

Researcher: Assistant Prof. Okorn Mekasuwandumrong (Project Leader)
Faculty of Engineer and Industrial Technology Silpakorn University
Assistant Prof. Choowong Chaisuk (Co-Researcher)
Faculty of Engineer and Industrial Technology Silpakorn University

Research Grants: Fiscal Year 2015
Research and Development Institute, Silpakorn University

Year of completion 2017

Type of research applied research

Subject Engineering and industrial research

Recently, the catalytic dehydrogenation of propane is becoming more important because of the growing demand for propylene.. However, the reaction of propane dehydrogenation is an endothermic process that requires a relatively high temperature to obtain a high yield of propylene. Therefore, the deactivation of the catalyst due to coke formation is inevitable because of the reaction conditions. In this project, the effect of tin and cerium modification over Pt/MCM-41 catalyst for propane dehydrogenation has been investigated. The catalyst has been prepared by using incipient wetness impregnation method. The physiochemical properties of Pt, Pt-Sn and Pt-Sn-Ce supported on MCM-41 have been investigated using N₂ physisorption, X-ray diffraction (XRD), CO pulse chemisorption, and transmission electron spectroscopy (TEM). The catalytic performances of thus-obtained catalysts were tested by propane dehydrogenation reaction. With suitable amount of Sn addition, the platinum dispersion, propane conversion and propylene selectivity increased. It could maintain conversion and selectivity about 16 and 87 %, respectively. When, the suitable amount of cerium was added, the platinum dispersion also increased. The addition of Ce had little effect on the propylene selectivity but it could obvious improve propane conversion. The Pt-Sn-Ce (1.0wt%)/MCM-41 catalyst exhibited the best catalytic performance with the propane conversion higher than 25 % and the propylene selectivity of about 89 %.

Keywords Pt/MCM-41, Sn, Ce, propane dehydrogenation

สารบัญ

บทที่	หน้า
1. บทนำ	1
1.1. ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย	1
1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	3
1.3. ขอบเขตของโครงการงานวิจัย	3
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
3. วิธีดำเนินงานวิจัย	6
3.1. การเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยา	6
3.1.1. สารเคมี	6
3.1.2. การเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยา	6
3.2. การวิเคราะห์คุณลักษณะของตัวเร่งปฏิกิริยาที่เตรียมขึ้น	7
3.2.1. โครงสร้างและขนาดผลึก	7
3.2.2. พื้นที่ผิวและปริมาตรของรูพรุน	7
3.2.3. ขนาดและรูปร่างของผลึก	7
3.2.4. ปริมาณไฮโดรเจนที่ว่องไวและการกระจายตัวของแพลทินัม	7
3.3. การวิเคราะห์สมบัติในการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาดีไฮโดรจิเนชันของโพรเพน	8
4. ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล	9
4.1. สมบัติทางกายภาพและเคมีของตัวเร่งปฏิกิริยา Pt, Pt-Sn, และ Pt-Sn-Ce บนตัวรองรับ MCM-419	9

บทที่	หน้า
4.2. สมบัติการเร่งปฏิกิริยาของตัวเร่งปฏิกิริยา Pt, Pt-Sn, และ Pt-Sn-Ce บนตัวรองรับ MCM-41	14
5. สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ	22
5.1. สรุปผลงานวิจัย	22
5.2. ข้อเสนอแนะ	22
ผลลัพธ์ที่ได้จากโครงการ	23
เอกสารอ้างอิง	24
ประวัติผู้วิจัย	26