

ชื่อโครงการ: การเปลี่ยนขยะพอลิโพรพิลีนไปเป็นเชื้อเพลิงโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา MCM-22 และ MCM-22 ชนิดแยกชั้น

ชื่อนักวิจัย: อ.ดร.ดวงกมล นันทศรี

E-mail Address: Duangamol.n@chula.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: ตั้งแต่ 15 พฤษภาคม 2551 ถึงวันที่ 14 พฤษภาคม 2553

สามารถสังเคราะห์เอ็มซีเอ็ม-22 แบบวิธีไฮโดรเทอร์มัลด้วยการตกผลึกแบบหมุนได้ และใช้เฮกซะเมทิลซีนอิมินหรือ เอชเอ็มไอ เป็นสารต้นแบบโครงสร้าง องค์ประกอบของเจลคือ  $1.00 \text{ SiO}_2 \cdot 0.15 \text{ Na}_2\text{O} \cdot 0.033 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot 0.9 \text{ HMI} \cdot 40 \text{ H}_2\text{O}$  ตกผลึกที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน สามารถสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาเอ็มซีเอ็ม-22 และกำจัดสารต้นแบบอินทรีย์จากตัวอย่างที่สังเคราะห์ได้โดยการเผาที่อุณหภูมิ 540 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ได้เตรียม ดีลามีเนท-เอ็มซีเอ็ม-22 โดยการทำให้พีเรอร์เซอร์บวมตัวและแยกชั้น ดีลามีเนท-เอ็มซีเอ็ม-22 เป็นแผ่นซีทบาง ๆ ที่มีพื้นที่ผิวด้านนอกสูงมาก สามารถปรับสภาพเอ็มซีเอ็ม-22 และ ดีลามีเนท-เอ็มซีเอ็ม-22 ได้ด้วยสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ ที่มีความเข้มข้น 1.0 โมลาร์ ภายใต้รีฟลักซ์ และตรวจสอบลักษณะของตัวเร่งปฏิกิริยาที่สังเคราะห์ได้ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ ไอซีพี-เออีเอส อะลูมิเนียมนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สำหรับสถานะของแข็ง การดูดซับไนโตรเจน และกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด ได้ทดสอบความว่องไวของตัวเร่งปฏิกิริยาเอ็มซีเอ็ม-22 ที่ยังไม่ปรับสภาพและที่ปรับสภาพแล้วในการแตกย่อยขยะชนิดพอลิโพรพิลีนที่ภาวะต่าง ๆ ภาวะที่เหมาะสมสำหรับการแตกย่อยของพอลิโพรพิลีนคือ อุณหภูมิ 380 องศาเซลเซียส 10% โดยน้ำหนักของตัวเร่งปฏิกิริยา เมื่อใช้ไฮโดรเจน-เอ็มซีเอ็ม-22 เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ค่าการเปลี่ยนของพลาสติกสูงขึ้นอย่างมาก เมื่อเทียบกับการแตกย่อยแบบไม่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา ค่าการเปลี่ยนและปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เป็นแก๊สและส่วนที่เป็นของเหลวขึ้นกับอัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาและอุณหภูมิของปฏิกิริยา ความเลือกจำเพาะต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมีผลเล็กน้อย ส่วนที่เป็นแก๊สที่ได้จากการแตกย่อยขยะพอลิโพรพิลีนประกอบด้วย นอร์มอลบิวเทน  $\text{C}_5^+$  และโพรพีนเป็นส่วนใหญ่ ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวที่ได้จากการแตกย่อยส่วนใหญ่อยู่ในช่วง  $\text{C}_7$  ถึง  $\text{C}_9$  ซึ่งมีจุดเดือดช่วงเดียวกับแกโซลีนมาตรฐาน ตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีอัตราส่วนโดยโมลของซิลิกาต่ออะลูมินาต่าง ๆ หลังจากปรับสภาพด้วยสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์แล้ว ให้ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวมากกว่าและปริมาณไคกันน้อยกว่าตัวเร่งปฏิกิริยาก่อนปรับสภาพ ยกเว้นตัวเร่งปฏิกิริยาไฮโดรเจน-เอ็มซีเอ็ม-22 ที่มีอัตราส่วนโดยโมลของซิลิกาต่ออะลูมินาเท่ากับ 30 สำหรับตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้แล้ว สามารถทำให้คืนสภาพเดิมได้ด้วยการเผา แต่มีความว่องไวน้อยกว่าตัวเร่งปฏิกิริยาที่ยังไม่ได้ใช้งาน และให้ผลิตภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบใกล้เคียงกับที่ได้รับจากตัวเร่งปฏิกิริยาใหม่ ในกรณีที่ใช้ ดีลามีเนท-เอ็มซีเอ็ม-22 เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาให้ค่าการเปลี่ยนพอลิโพรพิลีนอยู่ในช่วง 87% ถึง 92%

**Project Code:** MRG5180162

**Project Title:** CONVERSION POLYOLEFIN WASTE TO FUEL USING MCM-22 ZEOLITE AND DELAMINATED MCM-22 CATALYSTS

**Investigator:** Dr.Duangamol Nuntasri

**E-mail Address:** Duangamol.n@chula.ac.th

**Project Period:** 15 May 2008 - 14 May 2010

MCM-22 was able to be hydrothermally synthesized by rotating crystallization and using hexamethyleneimine (HMI) as a structure directing agent with the gel composition 1.00 SiO<sub>2</sub>: 0.15 Na<sub>2</sub>O: 0.033 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 0.9 HMI: 40 H<sub>2</sub>O. The gel was crystallized at 140°C for 7 days. The MCM-22 catalysts with various SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> molar ratios were synthesized and the organic template was removed from as-synthesized samples by calcination in a muffle furnace at 540°C. The del-MCM-22 was prepared by swelling and exfoliating the MCM-22 precursor. The del-MCM-22 consists of thin sheet with an extremely high external surface area. The proton form of MCM-22 and del-MCM-22 catalysts could be obtained by treatment with 1.0 M NH<sub>4</sub>Cl solution under reflux. The synthesized catalysts were characterized using X-ray diffraction, inductive coupled plasma atomic emission, solid state <sup>27</sup>Al-NMR, nitrogen adsorption and scanning electron microscopy. Catalytic cracking of PP waste over Na-MCM-22 and H-MCM-22 catalysts are studied. The optimum polypropylene cracking condition was set to reaction temperature of 380°C, 10 wt% of catalyst and under N<sub>2</sub> flow of 20 cm<sup>3</sup>/min. Using H-MCM-22 as catalyst, the conversions of PP waste greatly increase compared to that in the absence of catalyst. The conversions, gas and liquid fractions depend on the SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ratio in catalyst and the reaction temperature. The product selectivity is affected slightly. The gas fraction obtained by PP waste cracking mainly consists of n-butane, C<sub>5</sub><sup>+</sup> and propene and in the range from C<sub>7</sub> to C<sub>8</sub> for the liquid fraction with the same boiling point range compared to that of standard gasoline. The catalysts with various SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ratios after the treatment with ammonium chloride provide higher yield of liquid fraction and lower yield of coke than that before the treatment except H-MCM-22(30) catalyst. The used H-MCM-22 catalysts can be regenerated by calcination, the obtained product composition close to the fresh catalyst but the activity is lower. In case of del-H-MCM-22 catalyst, it shows the polypropylene conversion slightly higher than non-delaminated one in the range of 87 % - 92 %.