

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ	MRG5580156
ชื่อโครงการ	ปฏิริยาริฟอร์มมิงก๊าซชีวภาพเพื่อผลิตก๊าซสังเคราะห์โดยใช้ระบบพลาสมาสองชั้นตอน แบบแผ่นขั้วไฟฟ้าคู่ขนานร่วมกับการใช้ตัวเร่งปฏิริยานิกเกิล
นักวิจัย	ดร.นงนุช เรืองจิตต์ สังกัดภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
อีเมลล์	nongnuch.r@cmu.ac.th
ระยะเวลาโครงการ	2 ปี (2 กรกฎาคม 2555 ถึง 1 กรกฎาคม 2557)

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาปฏิริยาริฟอร์มมิงก๊าซชีวภาพจำลอง (ก๊าซมีเทน 70 เปอร์เซ็นต์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 30 เปอร์เซ็นต์) เพื่อผลิตเป็นก๊าซสังเคราะห์ ภายใต้สภาวะพลาสมาอุณหภูมิต่ำชนิดแผ่นขั้วไฟฟ้าคู่ขนานร่วมกับการใช้ตัวเร่งปฏิริยานิกเกิลบนตัวรองรับแผ่นเส้นใยแก้ว โดยศึกษาถึงอิทธิพลของชนิดตัวเร่งปฏิริยา (3 ชนิด: เส้นใยแก้ว NiO/เส้นใยแก้ว และ Ni/เส้นใยแก้ว) และรูปแบบการบรรจุตัวเร่งปฏิริยาที่แตกต่างกัน (2 รูปแบบ: การบรรจุแบบเต็มพื้นที่, F-เส้นใยแก้ว และการบรรจุแบบเพียงบางส่วน, P-เส้นใยแก้ว) อิทธิพลของปริมาณการไหลตุนิกเกิลบนแผ่นเส้นใยแก้วด้วยวิธีสังเคราะห์แช่จุ่มแบบเปียก (10 20 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) รวมถึงอิทธิพลของจำนวนชั้นเครื่องปฏิกรณ์พลาสมาที่ใช้ (แบบชั้นเดียวและแบบสองชั้น) ที่มีผลต่อประสิทธิภาพโดยรวมของระบบและพฤติกรรมของไมโครดิสชาร์จที่เกิดขึ้นทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ พบว่าผลิตภัณฑ์ส่วนมากที่ได้คือก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ซึ่งเป็นส่วนผสมหลักของก๊าซสังเคราะห์ สำหรับผลการศึกษาอิทธิพลชนิดตัวเร่งปฏิริยาและรูปแบบการบรรจุตัวเร่งปฏิริยาที่แตกต่างกัน ซึ่งประกอบด้วยระบบตัวเร่งปฏิริยาที่ใช้ทำการศึกษาทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่ F-เส้นใยแก้ว, NiO/F-เส้นใยแก้ว, Ni/F-เส้นใยแก้ว, P-เส้นใยแก้ว, NiO/P-เส้นใยแก้ว และ Ni/P-เส้นใยแก้ว รวมถึงระบบที่ใช้พลาสมาอย่างเดียว (ไม่มีตัวเร่งปฏิริยา) พบว่าการบรรจุตัวเร่งปฏิริยาแบบเพียงบางส่วน โดยเฉพาะ P-เส้นใยแก้วและ NiO/P-เส้นใยแก้วได้ส่งผลให้ค่าคอนเวอร์ชันของก๊าซตั้งต้นเพิ่มขึ้นรวมถึงค่าปริมาณพลังงานจำเพาะที่ใช้ในระบบลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับระบบบรรจุตัวเร่งปฏิริยาแบบเต็มพื้นที่ เนื่องจากการบรรจุตัวเร่งปฏิริยาแบบเต็มพื้นที่นั้นส่งผลกระทบทำให้ความหนาแน่นของไมโครดิสชาร์จที่เกิดขึ้นลดลง รวมถึงรบกวนการเกิดพลาสมาแบบเต็มระนาบ มากไปกว่านั้นการบรรจุแบบเพียงบางส่วนของตัวเร่งปฏิริยาชนิด Ni/P-เส้นใยแก้วนั้นยังส่งผลเชิงบวกต่อการเพิ่มขึ้นของค่าความสามารถในการเกิดก๊าซสังเคราะห์ด้วย ส่วนอิทธิพลของปริมาณการไหลตุนิกเกิลพบว่าไม่ส่งผลให้ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบดีขึ้นสำหรับ NiO/P-เส้นใยแก้ว แต่ส่งผลต่อประสิทธิภาพโดยรวมของระบบที่ดีขึ้นเล็กน้อยสำหรับตัวเร่งปฏิริยา Ni/P-เส้นใยแก้ว อย่างไรก็ตามพบว่าแนวโน้มของค่าคอนเวอร์ชันของสารตั้งต้นมีค่าเพิ่มขึ้นและปริมาณพลังงานที่ใช้ในระบบมีค่าลดลงเมื่อปริมาณนิกเกิลที่ไหลเพิ่มขึ้นสำหรับ Ni/P-เส้นใยแก้ว และสำหรับอิทธิพลของจำนวนชั้นเครื่องปฏิกรณ์พลาสมานั้นพบว่าเมื่อเพิ่มจำนวนชั้นของเครื่องปฏิกรณ์พลาสมาเป็นแบบสองชั้นต่อกันได้ส่งผลให้ทั้งค่าคอนเวอร์ชันของก๊าซตั้งต้นและค่าร้อยละผลได้ของผลิตภัณฑ์ก๊าซสังเคราะห์มีค่าที่สูงขึ้นเกือบสองเท่า รวมทั้งปริมาณพลังงานจำเพาะที่ใช้ในระบบยังลดลงอย่างเห็นได้ชัดอีกด้วยเมื่อเปรียบเทียบกับระบบใช้เครื่องปฏิกรณ์พลาสมาแบบชั้นเดียว ทั้งนี้จุดที่น่าสนใจหนึ่งของการใช้ตัวเร่งปฏิริยานิกเกิลบน

แผนเส้นใยแก้วในระบบพลาสมาที่ศึกษานี้คือ แก๊สสังเคราะห์ที่ผลิตได้มีอัตราส่วนของแก๊สไฮโดรเจนต่อแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ที่สูงมากกว่าระบบที่ใช้พลาสมาอย่างเดียว ซึ่งส่งผลดีต่อการนำไปใช้งานเป็นสารป้อน ตั้งต้นในกระบวนการที่ต้องการใช้แก๊สสังเคราะห์ที่มีอัตราส่วนของแก๊สไฮโดรเจนต่อแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์สูงได้

คำหลัก : แก๊สสังเคราะห์; แก๊สชีวภาพ; ปฏิกริยารีฟอร์มมิงแก๊สชีวภาพ;; ระบบร่วมตัวเร่งปฏิกิริยา-พลาสมา

Abstract

Project Code	MRG5580156
Project Title	Reforming of Biogas for Synthesis Gas Production Using a Two-Stage Dielectric Barrier Discharge System in the Presence of Ni Catalysts
Investigator	Dr. Nongnuch Rueangjitt Department of Industrial Chemistry, Faculty of Science, Chiang Mai University
E-mail Address	nongnuch.r@cmu.ac.th
Project Period	2 years (2 July 2012 to 1 July 2014)

The reforming of simulated biogas (70%CH₄ and 30%CO₂) for synthesis gas production was investigated under low-temperature dielectric barrier discharge plasma condition in the presence of nickel catalyst supported on glass wool sheet. Effects of catalyst types (3 types: glass wool, NiO/glass wool and Ni/glass wool) and different catalyst packing methods (2 methods: full packing, F-glass wool and partial packing, P-glass wool), effect of nickel loading for catalyst preparation by wet impregnation method (10 20 and 35%wt.), and effect of stage number of plasma reactors (one stage and two stages) were systematically determined. The evaluation and analysis of experimental results was quantitatively and qualitatively considered in terms of the overall system performance and microdischarge behavior. The results showed, the gas products were mainly hydrogen (H₂) and carbon monoxide (CO), which are the major components of synthesis gas. Concerning effects of catalyst types and different catalyst packing methods, the studied conditions consisted of 6 catalyst sample types including F-glass wool, NiO/F-glass wool, Ni/P-glass wool, P-glass wool, NiO/P-glass wool, and Ni/P-glass wool, and sole plasma system (no catalyst packing). The partial packing of either NiO-loaded glass wool or unloaded glass wool gave a beneficial effect on the enhancement of reactant conversion and the reduction of consumed energy of system, as compared to the full catalyst packing. It is certainly due to the fact that, the full packing into the plasma zone causes a significant reduction of microdischarge intensity and interrupts the generation of homogeneous plasma in discharge volume. In addition, the partial catalyst packing of Ni-loaded glass wool exhibited the improvement of synthesis gas. The result of nickel loading effect showed that, for NiO/P-glass

wool, an increment of nickel loading was insignificantly affected the overall system performance. For Ni/P-glass wool, it resulted in a slight increase of the overall system performance, but however higher nickel loading lead higher reactant conversion and lower energy consumption. In case of increasing stage number of plasma reactors, both reactant conversion and synthesis gas yield for two-stage plasma system were double and the consumed energy remarkably reduced, as compared to one-stage plasma system. One interesting point of this studied plasma-catalytic system using nickel/glass wool catalyst is that, the synthesis gas product has higher H_2/CO ratio than the sole plasma system. It contributes to use as a feedstock in the process required high H_2/CO of synthesis gas.

Keywords : Syngas; Biogas; Biogas Reforming; Plasma-Catalytic System