รหัสโครงการ : RDG4530019

ชื่อโครงการ : การศึกษาเบื้องต้นของปฏิกิริยาออกซิเดชันบางส่วนและปฏิกิริยาออโต้เทอร์มอลในการผลิตเชื้อเพลิงไฮโดรเจนจากเอธานอล

ชื่อนักวิจัย : สุภาภรณ์ เทอดเทียนวงษ์[1] อภิชัย เทอดเทียนวงษ์[2] ปานจันทร์ ศรีจรูญ[2]
[1] ภาควิชาวิศวกรรมเคมี [2]โครงการทักษวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

Email address : supaporn.the@kmutt.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : พฤษภาคม พ.ศ. 2545 - เมษายน พ.ศ. 2547

ในการศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงไฮโดรเจนจากสารละลายเอธานอลนี้ได้ศึกษาปฏิกิริยา 2 ชนิด คือ ปฏิกิริยาออกซิเดชันบางส่วนและปฏิกิริยาออโต้เทอร์มอล โดยในปฏิกิริยาออกซิเดชันบางส่วนได้ทำการศึกษาอิทธิพลของอัตราส่วนของออกซิเจนต่อเอธานอล (O_2:C_2H_5OH) ในช่วง 0.1-1.2 และอิทธิพลของอุณหภูมิในช่วง 550 -700 °C บนตัวเร่งปฏิกิริยา 15%Ni/Al_2O_3 จากผลการทดลองพบว่า ค่าผลได้ของก๊าซไฮโดรเจนมีค่าสูงสุดเมื่อค่า O_2:C_2H_5OH มีค่าอยู่ในช่วง 0.3-0.5 ส่วนอิทธิพลของอุณหภูมิในช่วงที่ศึกษาพบว่า เมื่ออุณหภูมิมีค่าสูงขึ้นความเข้มข้นของก๊าซไฮโดรเจนและคาร์บอนมอนนอกไซด์มีค่าสูงขึ้น ในขณะที่ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และมีเธนลดลง ซึ่งเมื่อพิจารณาผลร่วมกันกับค่าผลได้ของไฮโดรเจนพบว่าที่ 550°C เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุด

ส่วนในปฏิกิริยาออโต้เทอร์มอลได้ทำการศึกษาอิทธิพลของชนิดของโลหะไวของตัวเร่งปฏิกิริยาและอัตราส่วนน้ำต่อออกซิเจน (H_2O:O_2) ชนิดของโลหะไวของตัวเร่งปฏิกิริยา 7 ชนิดที่ศึกษาคือ Ni Co Cu Cr Pd Ru และ Pt บน Al_2O_3 ค่า H_2O:O_2 ที่ศึกษามีค่าในช่วง 0.5-30 จากผลการทดลองพบว่าชนิดของโลหะไวมีผลต่อการส่งเสริมปฏิกิริยาหลักที่แตกต่างกัน โดย Ni Pd และ Pt ช่วยส่งเสริมปฏิกิริยาปฏิรูปด้วยไอน้ำซึ่งทำให้เพิ่มปริมาณก๊าซไฮโดรเจน และลำดับของโลหะไวบนอลูมินาที่ให้ค่าผลได้ของไฮโดรเจนจากมากไปหาน้อยมีดังนี้ 15%Ni>0.75%Pt>1%Ru~15%Co~1%Pd>15%Cu>Al_2O_3>15%Cr จากการเปรียบเทียบค่าผลได้ของไฮโดรเจน ค่าการเลือกของไฮโดรเจน โค้กบนตัวเร่งปฏิกิริยาและการวิเคราะห์ทางด้านราคาของตัวเร่งปฏิกิริยา พบว่า Ni เหมาะสมที่สุดสำหรับปฏิกิริยาออโต้เทอร์มอลของเอธานอล สำหรับอิทธิพลของค่า H_2O:O_2 ในกระบวนการออโต้เทอร์มอลที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเป็น 15%Ni/Al_2O_3 พบว่าที่อัตราส่วน 6-14 จะให้ค่าผลได้ของไฮโดรเจนที่ดี ค่า H_2O:O_2 ที่ให้ความเสถียรของตัวเร่งปฏิกิริยาที่ดีที่สุดในขณะที่ค่าประสิทธิภาพพลังงานปานกลาง (24%) คือ 14 แต่ค่า H_2O:O_2 ที่ให้ค่าประสิทธิภาพพลังงานหรือ

ผลิตภัณฑ์ไฮโดรเจนสูงที่สุด (43%) โดยให้ค่าความเสถียรอยู่ในระดับปานกลาง คือ 6 เมื่อเปรียบเทียบกระบวนการทั้งสอง พบว่า กระบวนการออโต้เทอร์มอลเป็นกระบวนการที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซไฮโดรเจนเพื่อป้อนเข้าเซลล์เชื้อเพลิงมากกว่ากระบวนการออกซิเดชันบางส่วน โดยให้ค่าประสิทธิภาพพลังงานสูงถึง 63%

จากผลการศึกษาในงานวิจัยนี้ทำให้ทราบว่าเอธานอลที่ได้จากพืชผลทางการเกษตรสามารถนำไปเป็นเชื้อเพลิงเพื่อถูกเปลี่ยนเป็นไฮโดรเจนด้วยกระบวนการออโต้เทอร์มอลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งกระบวนการและตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมที่ได้จากงานวิจัยนี้ควรจะได้มีการศึกษาละเอียดมากขึ้นในแง่ของความเสถียรของตัวเร่งปฏิกิริยาระยะยาว สภาวะของการเดินเครื่อง และจลนพลศาสตร์ของปฏิกิริยา รวมทั้งการต่อระบบเข้ากับกระบวนการที่ทำให้ก๊าซบริสุทธิ์เพื่อการออกแบบเครื่องปฏิกรณ์สำหรับใช้กับเซลล์เชื้อเพลิงต่อไป

Project Code : RDG4530019

Project Title : Study of Partial Oxidation and Autothermal Reaction of Ethanol for Hydrogen Production

Invertigators : Supaporn Therdthianwong[1], Apichai Therdthianwong[2], Panchan Srijaroon[1, 1] Department of Chemical Engineering, [2]Chemical Engineering Practice School, King Mongkut's University of Technology Thonburi

Email address : supaporn.the@kmutt.ac.th

Project Duration : May 2002 - April 2004

Hydrogen production from ethanol via 2 processes, partial oxidation and autothermal reforming, were studied. In partial oxidation study, effect of oxygen to ethanol ratio (O_2:EtOH) in the range of 0.1-1.2 and effect of reactor temperature in the range of 550-700°C on Ni/Al_2O_3 catalyst were investigated. From the experimental results, product gas composition, product gas flow rate, H_2 yield and CO yield were influenced by O_2:EtOH and the value giving maximum H_2 yield was between 0.3-0.5. In the study of reactor temperature effect, both H_2 and CO composition, CO yield, and H_2 yield were increased whereas CO_2 and CH_4 composition were decreased as the reactor temperature increased. The temperature of 650°C was chosen to be the suitable temperature for partial oxidation.

In autothermal reaction study, type of metal catalyst and water to oxygen ratio (H_2O:O_2) were selected to investigate. Seven active metals on Al_2O_3 were tested: Ni, Co, Cu, Cr, Pd, Ru, and Pt. The range of H_2O:O_2 ratio studied were 0.5-30 equivalent to 95.5-26.5% ethanol concentration. The experimental results showed that different metals enhanced type of reaction differently. Ni, Pd and Pt improved steam reforming of ethanol resulting in high H_2 yield. The order of active metal on Al_2O_3 giving H_2 yield ranked from high to low is 15%Ni > 0.75%Pt_3 >1%Ru ~ 15%Co ~1%Pd > 15%Cu> Al_2O_3 > 15%Cr. When considering H_2 yield and coke yield together with the price of catalysts, Ni was shown to be the best catalyst and hence chosen to study for the effect of H_2O:O_2 ratio. The H_2O:O_2 ratios that gave high H_2 yield were in the range of 6-14. In combination with energy

efficiency analysis, $H_2O:O_2$ ratio of 6 showed the best energy efficiency (43%) with average stability while $H_2O:O_2$ ratio of 14 gave the best stability with average energy efficiency value (24%).

In comparison of partial oxidation and autothermal reaction at the same operating condition studied in this research both in terms of H_2 yield or energy efficiency and catalyst stability, autothermal reaction giving energy efficiency of 63% was a better process.

From this research study, ethanol produced from agricultural raw materials can be utilized as raw material for hydrogen production via autothermal reaction efficiently. The study on conversion process and catalyst selected should be further studied on its stability, operating condition, kinetic of reaction as well as combined product-gas-purification process for utilizing in fuel cell.