

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) ระบบร่วมของกระบวนการรีฟอร์มมิงด้วยไอน้ำเหนือวิกฤติของกลีเซอรอลและเซลล์
เชื้อเพลิงชนิดออกไซด์แข็งแบบความดันสูง

แหล่งเงิน งบประมาณเงินรายได้

ประจำปีงบประมาณ 2558

จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 50,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี

ตั้งแต่ ตุลาคม 2557 ถึง กันยายน 2558

หัวหน้าโครงการ ผศ.ดร.ญาณิพร พัชรวโรชิต

คณะวิศวกรรมศาสตร์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้สนใจศึกษาการผลิตไฟฟ้าจากระบบร่วมของกระบวนการรีฟอร์มมิงด้วยไอน้ำเหนือวิกฤติของกลีเซอรอลและเซลล์เชื้อเพลิงชนิดออกไซด์แข็งที่มีความดันสูงกว่าบรรยากาศ โดยระบบร่วมดังกล่าวจะถูกออกแบบและจำลองกระบวนการโดยใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป Aspen Plus องค์ประกอบของก๊าซสังเคราะห์ที่ได้จากกระบวนการรีฟอร์มมิงสามารถคำนวณโดยใช้วิธีการหาค่าพลังงานอิสระของกิบส์ที่ต่ำที่สุด ส่วนการคำนวณสมรรถนะการผลิตไฟฟ้าของระบบร่วมจะใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นในโปรแกรม Aspen Plus ร่วมกับสมการทางไฟฟ้าเคมีที่พิจารณาศักย์ไฟฟ้าสูญเสียทั้ง 3 ชนิด (ได้แก่ ศักย์ไฟฟ้าสูญเสียเนื่องจากปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีความต้านทานไฟฟ้า และผลของการถ่ายโอนมวล) แบบจำลองที่สร้างขึ้นจะถูกนำมาใช้ในการศึกษาผลของสภาวะการดำเนินงานของเครื่องรีฟอร์มเมอร์ (อุณหภูมิ ความดัน และอัตราส่วนไอน้ำเหนือวิกฤตต่อกลีเซอรอล) และสภาวะการดำเนินงานของเซลล์เชื้อเพลิงชนิดออกไซด์แข็ง (อุณหภูมิ ความดัน และความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า) ที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้า ซึ่งพิจารณาจากศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เชื้อเพลิง จำนวนเซลล์เชื้อเพลิง อัตราการใช้เชื้อเพลิงของเซลล์เชื้อเพลิง ประสิทธิภาพของเซลล์เชื้อเพลิง และประสิทธิภาพของระบบการผลิตไฟฟ้า จากผลการจำลองกระบวนการพบว่าเมื่อกำหนดให้ระบบร่วมผลิตกำลังไฟฟ้า 10 กิโลวัตต์ สภาวะการดำเนินงานที่เหมาะสมของเครื่องรีฟอร์มเมอร์ คือ อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ความดัน 200 บรรยากาศ และอัตราส่วนไอน้ำเหนือวิกฤตต่อกลีเซอรอลเท่ากับ 90 ซึ่งให้ก๊าซผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยก๊าซไฮโดรเจน 67.1 เปอร์เซ็นต์โดยโมล ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 28.3 เปอร์เซ็นต์โดยโมล ไอน้ำ 4.4 เปอร์เซ็นต์โดยโมล ก๊าซมีเทน 0.2 เปอร์เซ็นต์โดยโมล และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ 86 พีพีเอ็ม ส่วนสภาวะการดำเนินงานที่เหมาะสมของเซลล์เชื้อเพลิงชนิดออกไซด์แข็งคือ อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส ความดัน 4 บรรยากาศ และความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า 7,000 แอมแปร์ต่อตารางเมตร ภายใต้สภาวะการดำเนินงานดังกล่าวระบบร่วมจะได้ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เชื้อเพลิงเท่ากับ 1 โวลต์ จำนวนของเซลล์เชื้อเพลิงเท่ากับ 36 เซลล์ อัตราการใช้เชื้อเพลิงของเซลล์เชื้อเพลิงเท่ากับ 75 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพของเซลล์เชื้อเพลิงเท่ากับ 60 เปอร์เซ็นต์ และประสิทธิภาพของระบบเท่ากับ 68 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : ไฮโดรเจน; การรีฟอร์มมิงกลีเซอรอลด้วยไอน้ำ; น้ำเหนือวิกฤต; เซลล์เชื้อเพลิงชนิดออกไซด์แข็ง

Research Title: Integrated System of Glycerol Supercritical Water Reforming Process and Pressurized Solid Oxide Fuel Cell

Researcher: Asst.Prof.Dr.Yaneeporn Patcharavorachot

Faculty: Engineering

Department: Chemical Engineering

ABSTRACT

This research aims to investigate the power generation from an integrated system of glycerol supercritical water reforming and pressurized solid oxide fuel cell (SOFC). This integrated system was designed and simulated by using AspenPlusTM. The equilibrium composition of synthesis gas obtained from reforming process can be calculated based on the method of Gibbs free energy minimization. In order to compute the performance of integrated system, a flowsheet simulator in AspenPlusTM was applied with the electrochemical equations taking into account all voltage losses (i.e. activation, concentration and ohmic losses). The developed model was employed to study the effect of operating conditions of the reformer (i.e. temperature, pressure and supercritical water to glycerol ratio) and the operating conditions of the SOFC (i.e. temperature, pressure and current density) on the performance of the integrated system in terms of cell voltage, number of SOFC stack, fuel utilization, SOFC electrical efficiency and system electrical efficiency. The simulation results indicate that when the desired power generation of integrated system is set as 10 kW, the optimal operating conditions of the reformer are 800 °C, 200 atm and supercritical water to glycerol ratio of 90. The product stream consists of 67.1mol% of hydrogen, 28.3mol% of carbon dioxide, 4.4mol% of steam, 0.2mol% of methane and 86 ppm of carbon monoxide. While, the optimal operating conditions of the SOFC are 900 °C, 4 atm and current density of 7,000 A/m². Under these operating conditions, the integrated system can provide the cell voltage of 1 V, number of SOFC stack of 36, fuel utilization of 75%, SOFC electrical efficiency of 60% and system electrical efficiency of 68%.

Keywords : Hydrogen; Glycerol steam reforming; Supercritical water; Solid oxide fuel cell