

การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ต่างๆ ที่มีผลต่อการเกิดก๊าซไฮโดรเจนที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

Comparison of Various Parameters Effects on Hydrogen Generation of the Gasoline Engine Working with Gasoline-Hydrogen Dual Fuel System

ไพโรทูล ไชยวงศา* ทแกลัว เยี่ยมสวัสดิ์** และ วีระพันธ์ ค้วงทองสุข**

*สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

199 หมู่ 3 ถ.พังโคน-วาริชภูมิ ต.พังโคน อ.พังโคน จ.สกลนคร 47160

**สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

19/1 ถ.เพชรเกษม แขวงหนองค้างพลู เขตหนองแขม กทม.10160

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน e-mail : praitoon_ch@yahoo.com , wdaungthongsuk@yahoo.com

บทคัดย่อ การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงการทดลองเกี่ยวกับพารามิเตอร์ต่างๆ ที่มีผลต่อการเกิดก๊าซไฮโดรเจนที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ซึ่งในการทดลองในครั้งนี้ได้ทำการออกแบบรีแอคเตอร์ที่ใช้น้ำปริมาตร 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เป็นอิเล็กโทรไลต์, ใช้แผ่นสแตนเลส 304 ขนาด 4x8 มิลลิเมตรหนา 2 มิลลิเมตร เป็นอิเล็กโทรดและใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 65 แอมป์-ชั่วโมง เป็นแหล่งจ่ายไฟ, วิธีการทดลองทำโดยการปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย จำนวนแผ่นธาตุ (Plate cell), ระยะห่างระหว่างแผ่นธาตุ (Gap) และความเข้มข้นของสารละลาย (Concentration of solutions) หลังจากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบผลการทดลองซึ่งประกอบด้วย อัตราการไหลของก๊าซ, กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านแผ่นธาตุ, อุณหภูมิของรีแอคเตอร์ และแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่ ตลอดจนผลของการนำก๊าซไฮโดรเจนไปใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ผลการทดลองพบว่ารีแอคเตอร์ที่เติมสารละลายในน้ำอิเล็กโทรไลต์ขนาด 11 เซลล์, มีระยะห่างระหว่างเซลล์ 2 มิลลิเมตร จะให้อัตราการไหลของก๊าซไฮโดรเจนสูงสุด และเมื่อนำก๊าซไฮโดรเจนไปใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน พบว่าเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดปริมาตรกระบอกสูบ 1600 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ใช้ระบบเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนร่วมกับไฮโดรเจน สามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้สูงสุด 25 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที เมื่อเทียบกับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ใช้ระบบเชื้อเพลิงปกติ

คำสำคัญ : รีแอคเตอร์, ก๊าซไฮโดรเจน, ระบบเชื้อเพลิงร่วมแก๊สโซลีน-ไฮโดรเจน

Abstract This project is an experimental research that related to parameters which affected to Oxygen forming to be used as co-fuel for Gasoline engine. The reactor is designed by using water 1000 cc to be used as electrolyte, using 304-stainless plate with the size of 4x8mm and 2mm thickness as electrode and using 12V, 65 Ah as power supply. Procedure is consisted of adjusting parameters that consists of plate cell, gap among plate cell and concentration of solutions. The experimental result is then compared that is consisted of gas flowing ratio, current that flows through plate cell, temperature of reactor and voltage of battery and also the result of using hydrogen to be used as co-fuel for gasoline engine.

The experiment found that reactor that is filled solution into 11-cell electrolyte and distance among cell is 2 mm. can provide the maximum flow of oxygen. Oxygen is then used as co-fuel for gasoline engine indicated that 1600 cc cylinder gasoline engine using gasoline with hydrogen is able to save the maximum fuel of 25%, at speed of 1500 rpm when it is compared with the normal fuel system of gasoline engine.

Keywords: Reactor, Hydrogen gas, Hydrogen-Gasoline dual fuel system

1. บทนำ

ปัจจุบันการดำรงชีวิตของมนุษย์ จำเป็นต้องพึ่งพาพลังงานในการผลิตสินค้าสำหรับอุปโภคและบริโภค การคมนาคมขนส่ง การประกอบธุรกิจ ฯลฯ พลังงานที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นพลังงานที่ได้จากเชื้อเพลิงฟอสซิล อันได้แก่ น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน ซึ่งเชื้อเพลิงเหล่านี้กำลังจะหมดสิ้นไป นอกจากนั้นการเปลี่ยนรูปเชื้อเพลิงเหล่านี้ไปเป็นพลังงาน ยังก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงก่อให้เกิดการปล่อยออกของก๊าซเรือนกระจกส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) ของโลก อย่างไรก็ตามด้วยความต้องการมีพลังงานเพื่อใช้ประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจและความสะดวกสบายในการดำรงชีพต่อไปนั้น การแสวงหาเชื้อเพลิงใหม่เพื่อทดแทนเชื้อเพลิงที่กำลังจะหมดไป หลายๆ ประเทศทั่วโลกได้ตระหนักถึงเรื่องนี้ และมีการเตรียมการหาแหล่งพลังงานทดแทนในรูปแบบต่างๆ ทั้งในก๊าซธรรมชาติ และพลังงานทางเลือก เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม และพลังงานไฮโดรเจน เป็นต้น

ไฮโดรเจนเป็นธาตุที่มีอยู่ในปริมาณที่มากที่สุดบนโลกธาตุ ไฮโดรเจนเป็นส่วนประกอบของสสารแทบจะทุกชนิด ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดก็คือน้ำในน้ำหนึ่งโมเลกุลจะมีไฮโดรเจนเป็นส่วนประกอบอยู่สองอะตอม ดังนั้นไฮโดรเจนจึงถือว่าเป็นแหล่งพลังงานทางเลือกใหม่ เป็นแหล่งพลังงานเชื้อเพลิงแห่งอนาคตที่มีมากที่สุดในโลก เชื้อเพลิงไฮโดรเจนมีความหนาแน่นของพลังงานที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับมวลของเชื้อเพลิงจากฟอสซิล สามารถเก็บสะสมพลังงานได้

ยาวนานโดยมีการสูญเสียเพียงเล็กน้อย ไฮโดรเจนเป็นพลังงานทางเลือกที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อทดแทนพลังงานต่างๆ ได้อย่างหลากหลาย ง่ายต่อการกักเก็บรักษาและขนย้ายได้อย่างสะดวก อีกทั้งสามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การสันดาปของเชื้อเพลิงไฮโดรเจนยังไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยจะมีเพียงไอน้ำเป็นผลพลอยได้จากการเผาไหม้เท่านั้น ซึ่งแตกต่างจากเชื้อเพลิงอื่นๆ ที่ให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas) พลังงานไฮโดรเจนจึงเป็นพลังงานที่เหมาะสมอย่างยิ่งที่จะถูกนำมาทดแทนพลังงานเชื้อเพลิงจากการฟอสซิลในเกือบทุกๆ ด้าน อาจใช้เป็นแหล่งพลังงานในโรงจักรเดินกำลังหรือระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้า หรือเป็นเชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะที่ใช้กันโดยทั่วไป [1-4]

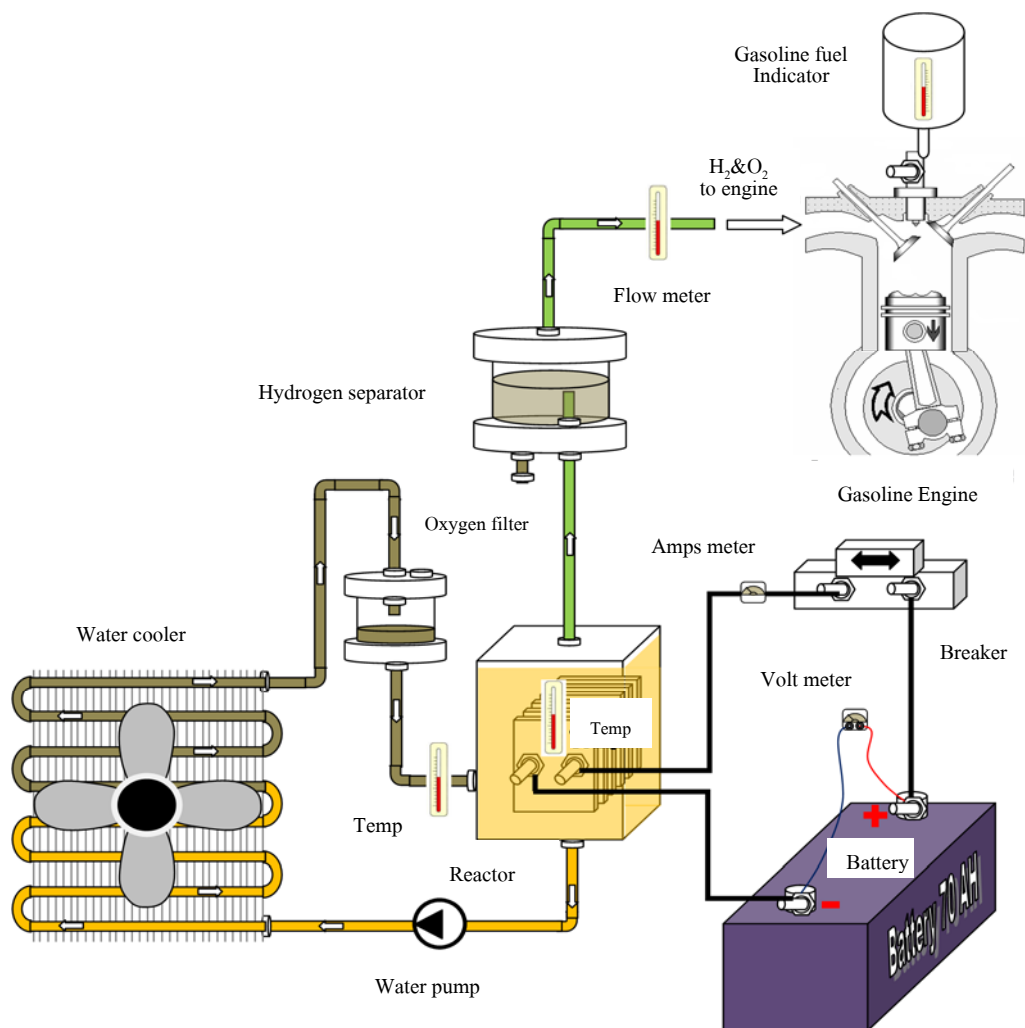
ในการผลิตก๊าซไฮโดรเจนสำหรับใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิงมีด้วยกันหลายวิธีการ [5] เช่น การสลายตัวด้วยความร้อน (Thermal Decomposition, Thermolysis), กระบวนการเร่งปฏิกิริยาเชิงแสง (Photocatalytic Process), กระบวนการไอน้ำ-เหล็ก (Steam-iron Process), การแยกสลายด้วยไฟฟ้า (Electrolysis) เป็นต้น ในบรรดาวิธีการต่างๆ พบว่าการผลิตก๊าซไฮโดรเจนโดยวิธีการแยกสลายน้ำด้วยไฟฟ้า และกระบวนการเร่งปฏิกิริยาเชิงแสง เป็นวิธีการที่ได้รับความสนใจจากเหล่านักวิทยาศาสตร์และวิศวกรในการศึกษาค้นคว้าพัฒนา [6-16] เนื่องจาก “น้ำ” เป็นทรัพยากรพลังงานที่มีอยู่โดยทั่วไป เป็นแหล่งพลังงานตามธรรมชาติที่มีปริมาณมาก อีกทั้งพลังงานไฟฟ้าที่ใช้

ในการกระตุ้นแยกสลายสามารถควบคุมได้ง่าย รวมถึงพลังงานไฟฟ้ายังสามารถผลิตได้จากพลังงานทางเลือกอื่นๆ อีกด้วย ตัวอย่างเช่น ได้จากกังหันพลังงานลม หรือจากเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งถือว่าการใช้พลังงานทางเลือกจากธรรมชาติอย่างครบวงจรและคุ้มค่า

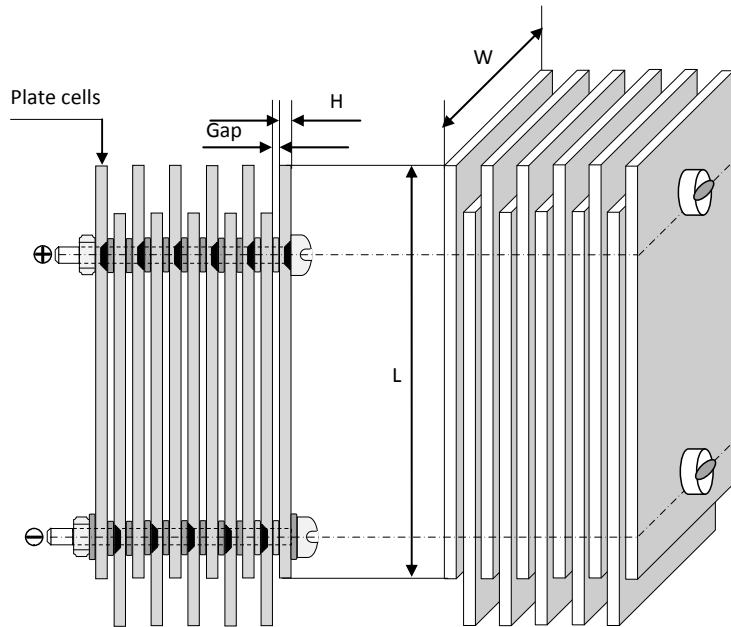
ปัจจุบันพบว่าเชื้อเพลิงจากฟอสซิลหรือจากปิโตรเลียมส่วนใหญ่ถูกนำมาใช้และหมดไปอย่างสิ้นเปลืองในการใช้เป็นเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์ในยานพาหนะที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก และมีแนวโน้มที่จะ

เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ด้วยเหตุนี้ จึงมีแนวคิดที่จะนำก๊าซไฮโดรเจนมาใช้ทดแทนหรือใช้ร่วมกับเชื้อเพลิงปิโตรเลียมในเครื่องยนต์ขนาดเล็กที่ใช้ในยานพาหนะ และจากการสำรวจผลงานวิจัยในอดีตที่ผ่านมา [17-21] พบว่าเชื้อเพลิงไฮโดรเจนสามารถนำมาใช้ทดแทนหรือใช้ร่วมกับเชื้อเพลิงฐานจากฟอสซิลในเครื่องยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายในได้ แต่อย่างไรก็ตามยังคงพบว่า ข้อมูลหรือผลการทดลองยังคงอยู่อย่างจำกัดและไม่ครอบคลุมการหรือเพียงพอต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในงานจริงภายใต้เงื่อนไขอื่นๆ ดังนั้น

2.อุปกรณ์และวิธีทดลอง



ภาพที่ 1 ผังวงจรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง



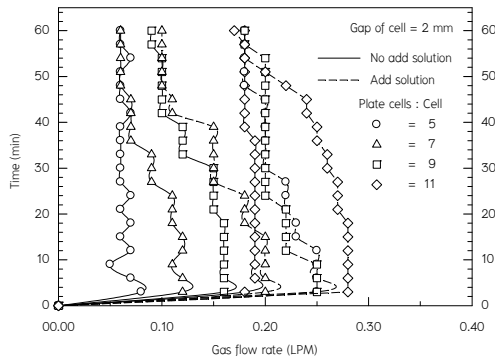
ภาพที่ 2 ขนาดและส่วนประกอบของเซลล์แผ่นธาตุในรีแอคเตอร์

ในการทดสอบการแยกสลายไฮโดรเจนจากน้ำด้วยกระแสไฟฟ้าในงานวิจัยนี้ รีแอคเตอร์มีขนาด 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยอิเล็กโทรดทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมแบบแผ่น ขนาด 4x8 มิลลิเมตรหนา 2 มิลลิเมตร และใช้พลังงานไฟฟ้าในกระดุนแยกสลายจากแบตเตอรี่ขนาดแรง 12 โวลต์ ความจุ 65 แอมป์-ชั่วโมง โดยทำการศึกษาผลของตัวแปรต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย จำนวนแผ่นธาตุ (5, 7, 9 และ 11 เซลล์), ระยะห่างระหว่างแผ่นธาตุ (2, 3, 4 และ 5 มิลลิเมตร) และความเข้มข้นของสารละลาย (5, 10 และ 15 กรัม) ที่มีผลต่ออัตราการไหลของก๊าซ, กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านแผ่นธาตุ, อุณหภูมิของรีแอคเตอร์ และแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่ และทำการศึกษานำก๊าซไฮโดรเจนไปใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน โดยเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ใช้ในการทดสอบมีขนาดปริมาตรกระบอกสูบ 1600 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำงานที่ช่วงความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1000 ถึง 2000 รอบต่อนาที

3.ผลการทดลอง

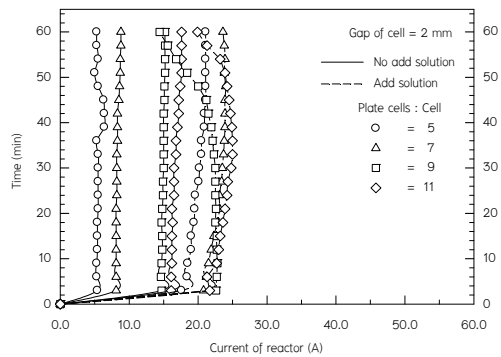
ผลการทดลองต่อไปนี้ เป็นผลการทดลองการแยกก๊าซไฮโดรเจนด้วยไฟฟ้าจากอุปกรณ์แยกก๊าซไฮโดรเจน (Reactor) ที่ได้จัดสร้างขึ้น โดยได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีแรกใช้น้ำไม่เติมสารละลาย (No add solution), กรณีที่สองใช้น้ำที่เติมสารละลาย (Add solution) ซึ่งการทดลองทั้ง 2 กรณีนี้จะทำการทดลองที่สภาวะเดียวกัน โดยทำการปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย จำนวนแผ่นธาตุ (Plate cell), ระยะห่างระหว่างแผ่นธาตุ (Gap) และการปรับเปลี่ยนค่าความเข้มข้นของสารละลาย (Solution ratio) หลังจากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างกรณีทั้ง 2 นี้ ซึ่งประกอบด้วย อัตราการไหลของก๊าซ, กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านแผ่นธาตุ, อุณหภูมิของรีแอคเตอร์ และแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่ ตลอดจนผลของการนำก๊าซไฮโดรเจนไปใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ซึ่งได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

3.1 ผลของจำนวนแผ่นธาตุ



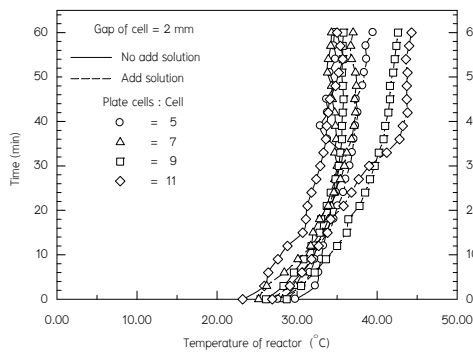
ภาพที่ 3 การเปรียบเทียบอัตราการไหลของก๊าซจากรีแอ็คเตอร์ขนาด 5, 7, 9 และ 11 เซลล์ ระหว่างกรณีที่ไม่เติมน้ำกับเติมน้ำสารละลาย ที่มีระยะห่างของเซลล์เท่ากับ 2 มิลลิเมตร

ภาพที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการไหลของก๊าซจากรีแอ็คเตอร์ขนาด 5, 7, 9 และ 11 เซลล์ ระหว่างกรณีที่ไม่เติมน้ำกับเติมน้ำสารละลาย ที่มีระยะห่างของเซลล์เท่ากับ 2 มิลลิเมตร พบว่า อัตราการไหลของก๊าซที่ออกจากรีแอ็คเตอร์กรณีที่ไม่เติมน้ำสารละลายจะมีปริมาณมากกว่ากรณีที่ไม่เติมน้ำสารละลายกรณีที่มีรีแอ็คเตอร์ ทั้งนี้เนื่องจากสารละลายที่เติมลงน้ำอิเล็กโตรไลต์ จะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น จึงส่งผลให้แยกตัวของอะตอมออกซิเจนและไฮโดรเจนมากขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบอัตราการไหลของก๊าซจากการแปรเปลี่ยนจำนวนเซลล์ของแผ่นธาตุในรีแอ็คเตอร์พบว่า รีแอ็คเตอร์ที่มีจำนวนเซลล์มากจะมีอัตราการไหลของก๊าซมากกว่าจำนวนเซลล์น้อยทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มจำนวนเซลล์ของแผ่นธาตุนั้นจะทำให้พื้นที่ที่เกิดปฏิกิริยามากขึ้น ซึ่งจากกราฟจะเห็นได้ชัดเจนว่า รีแอ็คเตอร์ 11 เซลล์จะมีอัตราการไหลของก๊าซมากที่สุด รองลงมาเป็น 9 เซลล์, 7 เซลล์ และรีแอ็คเตอร์ 5 เซลล์ จะมีอัตราการไหลของก๊าซน้อยที่สุด



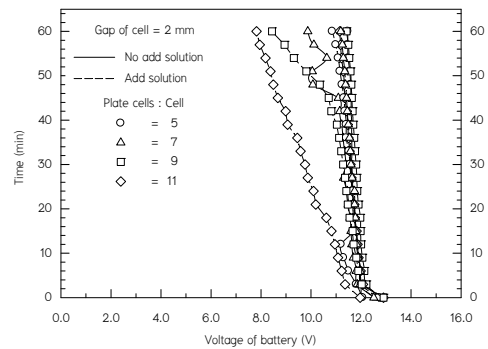
ภาพที่ 4 การเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเซลล์ไฮโดรเจนในรีแอ็คเตอร์ขนาด 5, 7, 9 และ 11 เซลล์ ระหว่างกรณีที่ไม่เติมน้ำกับเติมน้ำสารละลาย ที่มีระยะห่างของเซลล์เท่ากับ 2 มิลลิเมตร

ภาพที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเซลล์ไฮโดรเจนในรีแอ็คเตอร์ขนาด 5, 7, 9 และ 11 เซลล์ ระหว่างกรณีที่ไม่เติมน้ำกับเติมน้ำสารละลาย ที่มีระยะห่างของเซลล์เท่ากับ 2 มิลลิเมตร จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า กรณีที่ไม่เติมน้ำสารละลายในรีแอ็คเตอร์จะมีกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเป็นปริมาณที่มากกว่ากรณีที่ไม่เติมน้ำสารละลายในรีแอ็คเตอร์ ทั้งนี้เนื่องจากสารละลายที่เติมลงน้ำอิเล็กโตรไลต์ จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้ดี จึงส่งผลให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่มากขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเซลล์จากการแปรเปลี่ยนจำนวนเซลล์แผ่นธาตุในรีแอ็คเตอร์นั้น พบว่า รีแอ็คเตอร์ที่มีจำนวนเซลล์มากจะมีกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านมากกว่าจำนวนเซลล์น้อย ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มจำนวนเซลล์ของแผ่นธาตุนั้นจะทำให้พื้นที่ที่เกิดปฏิกิริยามากขึ้น ซึ่งจากกราฟจะเห็นได้ชัดเจนว่า รีแอ็คเตอร์ 11 เซลล์จะมีกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเซลล์มากที่สุด รองลงมาเป็น 9 เซลล์, 7 เซลล์ และรีแอ็คเตอร์ 5 เซลล์จะมีกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเซลล์น้อยที่สุด



ภาพที่ 5 การเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในรีแอ็คเตอร์ขนาด 5, 7, 9 และ 11 เซลล์ ระหว่างกรณีที่ไม่เติมน้ำเติมสารละลาย ที่มีระยะห่างของเซลล์เท่ากับ 2 มิลลิเมตร

ภาพที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในรีแอ็คเตอร์ขนาด 5, 7, 9 และ 11 เซลล์ ระหว่างกรณีที่ไม่เติมน้ำเติมสารละลาย ที่มีระยะห่างของเซลล์เท่ากับ 2 มิลลิเมตร พบว่ารีแอ็คเตอร์ที่เติมสารละลายนั้นจะมีอุณหภูมิที่สูงกว่ารีแอ็คเตอร์ที่ไม่เติมสารละลาย ทั้งนี้เนื่องจากมีกระแสไฟไหลในเซลล์ไฮโดรเจนมากขึ้น จากการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่รุนแรงขึ้นเมื่อเติมสารละลายลงไปใต้น้ำยาลิเทียมไดรอกไซด์ และเมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในรีแอ็คเตอร์จากการแปรเปลี่ยนจำนวนเซลล์แผ่นธาตุในรีแอ็คเตอร์ พบว่ารีแอ็คเตอร์ที่มีจำนวนเซลล์มากนั้นจะมีอุณหภูมิภายในรีแอ็คเตอร์สูงกว่าจำนวนเซลล์น้อย ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มจำนวนเซลล์ของแผ่นธาตุนั้นจะทำให้พื้นที่การเกิดปฏิกิริยามากขึ้น ซึ่งจากกราฟจะเห็นได้ชัดเจนว่าอุณหภูมิภายในรีแอ็คเตอร์ 11 เซลล์จะสูงที่สุด รองลงมาเป็น 9 เซลล์, 7 เซลล์ และรีแอ็คเตอร์ 5 เซลล์ จะมีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด



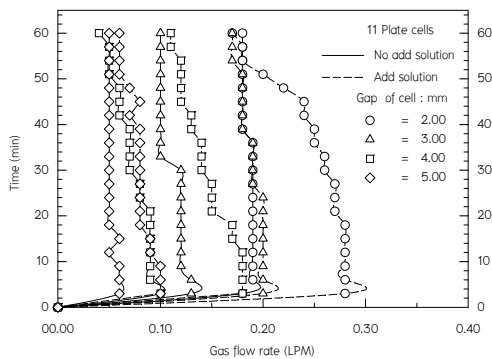
ภาพที่ 6 การเปรียบเทียบแรงเคลื่อนของแบตเตอรี่ที่จ่ายไฟให้กับรีแอ็คเตอร์ขนาด 5, 7, 9 และ 11 เซลล์ ระหว่างกรณีที่ไม่เติมน้ำเติมสารละลาย ที่มีระยะห่างของเซลล์เท่ากับ 2 มิลลิเมตร

ภาพที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบแรงเคลื่อนของแบตเตอรี่ที่จ่ายไฟให้กับรีแอ็คเตอร์ขนาด 5, 7, 9 และ 11 เซลล์ ระหว่างกรณีที่ไม่เติมน้ำเติมสารละลาย ที่มีระยะห่างของเซลล์เท่ากับ 2 มิลลิเมตร จะเห็นได้ว่าแรงเคลื่อนของแบตเตอรี่สำหรับรีแอ็คเตอร์ที่เติมสารละลายนั้นเมื่อเวลาผ่านไปแบตเตอรี่แรงเคลื่อนลดลงมากกว่ารีแอ็คเตอร์ที่ไม่เติมสารละลาย ทั้งนี้เนื่องจากรีแอ็คเตอร์ที่เติมสารละลายนั้นจะใช้กระแสไฟในการทำปฏิกิริยาที่มากกว่ารีแอ็คเตอร์ที่ไม่เติมสารละลาย และเมื่อเปรียบเทียบแรงเคลื่อนของแบตเตอรี่จากการแปรเปลี่ยนจำนวนเซลล์แผ่นธาตุในรีแอ็คเตอร์ พบว่ารีแอ็คเตอร์ที่มีจำนวนเซลล์มากกว่าแรงเคลื่อนของแบตเตอรี่จะลดลงเร็วกว่า

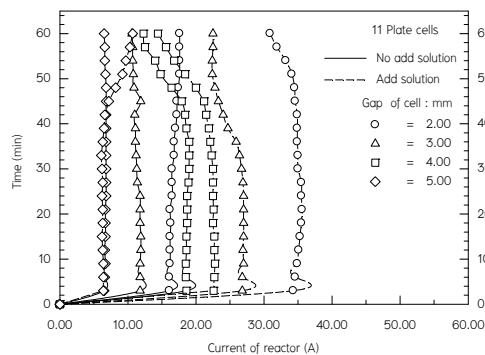
3.2 ผลของระยะห่างระหว่างแผ่นธาตุ

ภาพที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการไหลของก๊าซจากรีแอ็คเตอร์ 11 เซลล์ ระหว่างกรณีที่ไม่เติมน้ำเติมสารละลาย ที่มีระยะห่างของเซลล์เท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 มิลลิเมตร ตามลำดับ จากผลการพบว่าเมื่อแปรเปลี่ยนระยะห่างของเซลล์แผ่นธาตุ พบว่าระยะห่างของเซลล์น้อยอัตราการไหลของก๊าซมากขึ้น และระยะห่างของเซลล์มากอัตราการไหลของก๊าซจะ

ลดลง ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อแผ่นธาตุมีระยะห่างมากขึ้นจะทำให้การไหลของกระแสจากแผ่นธาตุบวกไปยังแผ่นธาตุลบลดลง ซึ่งส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาเคมีในน้ำยาอิเล็กโทรไลต์ที่น้อยลง, การแยกตัวของอะตอมออกซิเจนและไฮโดรเจนจึงลดลงตาม ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนว่าที่ระยะห่างของเซลล์เท่ากับ 2 มิลลิเมตร จะมีอัตราการไหลของก๊าซมากที่สุด รองลงมาเป็น 4 มิลลิเมตร, 3 มิลลิเมตร และอัตราการไหลของก๊าซน้อยที่สุดเมื่อระยะห่างของเซลล์เท่ากับ 5 มิลลิเมตร

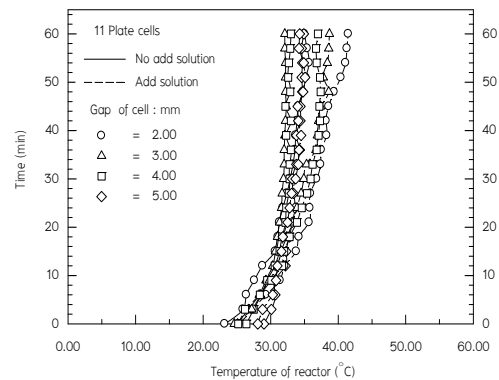


ภาพที่ 7 การเปรียบเทียบอัตราการไหลของก๊าซจากรีแอ็คเตอร์ 11 เซลล์ ระหว่างกรณีที่ไม่เติมกับเติมสารละลาย ที่มีระยะห่างของเซลล์เท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 มิลลิเมตร ตามลำดับ



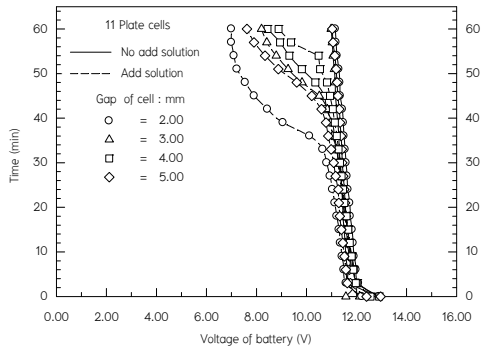
ภาพที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านแผ่นเซลล์ไนรีแอ็คเตอร์ 11 เซลล์ ระหว่างกรณีที่ไม่เติมกับเติมสารละลาย ที่มีระยะห่างของเซลล์เท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 มิลลิเมตร ตามลำดับ จากการทดลองพบว่า เมื่อแปรเปลี่ยนระยะห่างของเซลล์แผ่นธาตุ พบว่า

ระยะห่างของเซลล์น้อยกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านเซลล์มากขึ้น และระยะห่างของเซลล์มากกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านเซลล์น้อยลง ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อแผ่นธาตุมีระยะห่างมากขึ้นจะทำให้การไหลของกระแสจากแผ่นธาตุบวกไปยังแผ่นธาตุลบลดลง ซึ่งส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาเคมีในน้ำยาอิเล็กโทรไลต์ที่น้อยลง, การแยกตัวของอะตอมออกซิเจนและไฮโดรเจนจึงลดลงตาม ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนว่าที่ระยะห่างของเซลล์เท่ากับ 2 มิลลิเมตร จะมีอัตราการไหลของก๊าซมากที่สุด รองลงมาเป็น 4 มิลลิเมตร, 3 มิลลิเมตร และอัตราการไหลของก๊าซน้อยที่สุดเมื่อระยะห่างของเซลล์เท่ากับ 5 มิลลิเมตร



ภาพที่ 9 การเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในรีแอ็คเตอร์ 11 เซลล์ ระหว่างกรณีที่ไม่เติมกับเติมสารละลาย ที่มีระยะห่างของเซลล์เท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 มิลลิเมตร

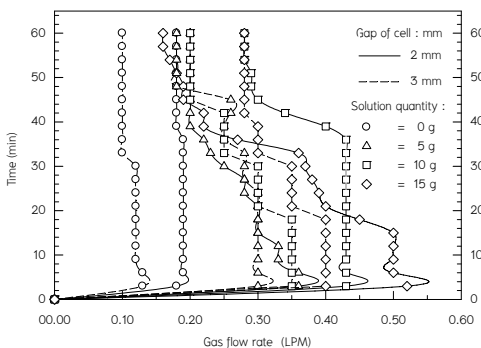
ภาพที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในรีแอ็คเตอร์ 11 เซลล์ ระหว่างกรณีที่ไม่เติมกับเติมสารละลาย ที่มีระยะห่างของเซลล์เท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อแปรเปลี่ยนระยะห่างระหว่างเซลล์แผ่นธาตุ พบว่า ระยะห่างของเซลล์น้อยอุณหภูมิภายในรีแอ็คเตอร์จะสูงกว่ารีแอ็คเตอร์ที่มีระยะห่างของเซลล์มาก ทั้งนี้เนื่องจากแผ่นธาตุมีระยะห่างระหว่างเซลล์น้อยนั้นกระแสไฟฟ้าจะไหลได้ดีกว่าแผ่นธาตุมีระยะห่างระหว่างเซลล์มาก ดังนั้นเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากจึงทำให้อุณหภูมิภายในรีแอ็คเตอร์สูงขึ้นนั่นเอง



ภาพที่ 10 การเปรียบเทียบแรงเคลื่อนของแบตเตอรี่ที่จ่ายไฟให้กับรีแอคเตอร์ 11 เซลล์ ระหว่างกรณีที่ไม่เติมน้ำเกลือละลาย ที่มีระยะห่างของเซลล์เท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 มิลลิเมตร

ภาพที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบแรงเคลื่อนของแบตเตอรี่ที่จ่ายไฟให้กับรีแอคเตอร์ 11 เซลล์ ระหว่างกรณีที่ไม่เติมน้ำเกลือละลาย ที่มีระยะห่างของเซลล์เท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 มิลลิเมตร ตามลำดับ กรณีนี้ก็ทำนองเดียวกันกับกรณี ที่แสดงในรูปที่ 6 ซึ่ง จะเห็นว่าการลดลงของแรงเคลื่อนของแบตเตอรี่นั้น ขึ้นอยู่กับการใช้กระแสไฟในรีแอคเตอร์ โดยรีแอคเตอร์ที่มีอัตราการใช้กระแสไฟมากกว่าแรงเคลื่อนของแบตเตอรี่ย่อมลดลงเร็วกว่า

3.3 ผลของความเข้มข้นของสารละลาย



ภาพที่ 11 การเปรียบเทียบอัตราการไหลของก๊าซจากรีแอคเตอร์ขนาด 11 เซลล์ ระหว่างที่มีระยะห่างของ

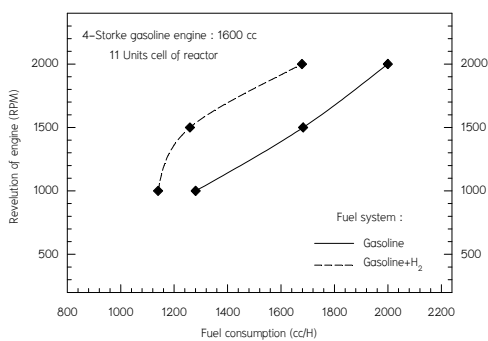
เซลล์ 2 และ 3 มิลลิเมตร กรณีที่ไม่เติมน้ำเกลือละลายในปริมาณ 5, 10 และ 15 กรัม

ภาพที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการไหลของก๊าซจากรีแอคเตอร์ขนาด 11 เซลล์ ระหว่างที่มีระยะห่างของเซลล์ 2 และ 3 มิลลิเมตร กรณีที่ไม่เติมน้ำเกลือละลายในปริมาณ 5, 10 และ 15 กรัม ซึ่งพบว่าอัตราการไหลของก๊าซที่ออกจากรีแอคเตอร์กรณีที่แผ่นเซลล์มีระยะห่าง 2 มิลลิเมตร จะมากกว่าระยะห่าง 3 มิลลิเมตร ในทุกอัตราส่วนผสมของสารละลาย ทั้งนี้เนื่องจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในน้ำอิเล็กโตรไลต์จากแผ่นเซลล์ไปยังแผ่นเซลล์ที่มีระยะห่าง 2 มิลลิเมตร นั้น จะเคลื่อนที่ได้สะดวกกว่าระยะห่าง 3 มิลลิเมตร จึงเกิดปฏิกิริยาการแตกตัวของอะตอมออกซิเจนและอะตอมไฮโดรเจนได้ดีกว่า ส่งผลให้มีอัตราการไหลของก๊าซจากรีแอคเตอร์ได้มากกว่า เมื่อเปรียบเทียบอัตราการไหลของก๊าซจากการแปรเปลี่ยนปริมาณของสารละลายที่เติมลงในน้ำอิเล็กโตรไลต์ในอัตราส่วนต่างๆ พบว่า อัตราการไหลของก๊าซจากรีแอคเตอร์ที่ไม่เติมน้ำเกลือละลายและเติมน้ำเกลือละลายในปริมาณน้อยมีอัตราการไหลของก๊าซที่น้อยกว่าการเติมน้ำเกลือละลายที่มีความเข้มข้นมากกว่า ซึ่งจากกราฟจะเห็นได้ว่า สารละลายที่เติมลงไปปริมาณ 15 กรัมจะมีอัตราการไหลของก๊าซมากที่สุด รองลงมาเป็น 10 กรัม, 5 กรัม และที่ไม่เติมน้ำเกลือละลายเลยจะมีอัตราการไหลของก๊าซน้อยที่สุด นอกจากนั้นยังพบว่าการเติมน้ำเกลือละลายที่มีความเข้มข้นสูงจะส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาการแตกตัวเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว โดยสังเกตเห็นได้จากการลดลงของอัตราการไหลเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ซึ่งหมายถึงใช้ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาน้อยลง

3.4 ผลของการใช้ก๊าซไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงร่วมสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

สำหรับการทดสอบนั้น จะใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ ยี่ห้อ HONDA รุ่น QWE235

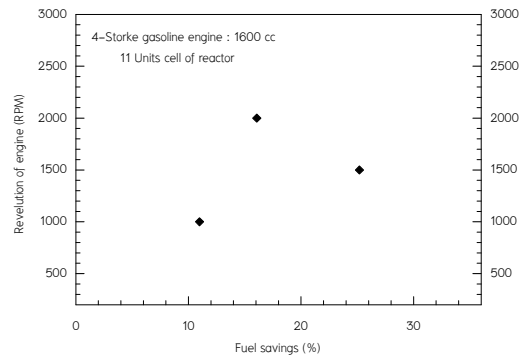
ขนาดความจุระบบกักเก็บ 1600 ลูกบาศก์เซนติเมตร และรีแอ็คเตอร์ที่ใช้ในระบบเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนร่วมกับไฮโดรเจนนั้นจะใช้รีแอ็คเตอร์ขนาด 11 เซลล์, ระยะห่างระหว่างเซลล์เท่ากับ 2 มิลลิเมตร โดยการติดเครื่องยนต์ทดสอบแบบไถ่ภาระที่ความเร็วรอบต่างๆ คือที่ 1000, 1500 และ 2000 รอบต่อนาที เพื่อหาค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ โดยแบ่งการทดสอบเป็น 2 กรณี คือ กรณีแรกเป็นเครื่องยนต์ที่ใช้ระบบเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนปกติ และกรณีที่ 2 เป็นเครื่องยนต์ที่ติดตั้งระบบเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนร่วมกับไฮโดรเจน โดยทำการทดสอบทั้ง 2 กรณีที่สภาวะเดียวกัน ซึ่งได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้



ภาพที่ 12 เปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงระหว่างระบบเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนปกติกับระบบเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนร่วมกับไฮโดรเจน ที่ความเร็วรอบต่างๆ

ภาพที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ ขนาดความจุ 1600 ลูกบาศก์เซนติเมตร ระหว่างระบบเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนปกติกับระบบเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนร่วมกับไฮโดรเจน ที่ความเร็วรอบต่างๆ ซึ่งพบว่า อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ที่ใช้ระบบเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนร่วมกับไฮโดรเจนนั้น จะต่ำกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ระบบเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนปกติ ที่ทุกๆ ความเร็วรอบ โดยจะเห็นได้อย่างชัดเจนจากรูปที่ 13 ที่

ความเร็วรอบ 1000 รอบต่อนาที จะประหยัดเชื้อเพลิงได้ 11 เปอร์เซ็นต์, ความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที ประหยัดเชื้อเพลิงได้ 25 เปอร์เซ็นต์ และความเร็วรอบ 2000 รอบต่อนาที ประหยัดเชื้อเพลิงได้ 16 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 13 เปอร์เซ็นต์การประหยัดเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ ที่ใช้ระบบเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนร่วมกับไฮโดรเจน ที่ความเร็วรอบต่างๆ

4. สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองการปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ต่างๆ ที่มีผลต่อการเกิดก๊าซไฮโดรเจนในรีแอ็คเตอร์สรุปได้ดังนี้

1. จำนวนแผ่นธาตุในรีแอ็คเตอร์มีผลต่อการเกิดก๊าซไฮโดรเจน ซึ่งทำให้เกิดอัตราการไหลของก๊าซคือ ถ้าจำนวนแผ่นธาตุหรือจำนวนเซลล์ในรีแอ็คเตอร์มีมากจะทำให้เกิดอัตราการไหลของก๊าซมาก, กระแสที่ไหลในวงจรจะมีปริมาณมาก, อุณหภูมิในรีแอ็คเตอร์จะสูงและแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่จะลดลงอย่างรวดเร็ว ในทำนองเดียวกันถ้าจำนวนแผ่นธาตุหรือจำนวนเซลล์ในรีแอ็คเตอร์มีน้อยปริมาณต่างๆ ดังกล่าวก็มีค่าตรงกันข้าม

2. ระยะห่างระหว่างเซลล์ของแผ่นธาตุในรีแอ็คเตอร์มีผลต่อการเกิดก๊าซไฮโดรเจน ซึ่งทำให้เกิดอัตราการไหลของก๊าซคือ ถ้าระยะห่างระหว่างเซลล์ของแผ่นธาตุห่างมากกว่า 2 มิลลิเมตร จะทำให้เกิดอัตราการไหลของก๊าซน้อยลง ซึ่งถ้าระยะห่างระหว่างเซลล์ของแผ่นธาตุห่างน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร จะเกิด

ปัญหาเรื่องการลัดวงจรของกระไฟฟ้าและมีข้อจำกัดในเรื่องการติดตั้งแผ่นธาตุ

3. ความเข้มข้นของสารละลายของน้ำอิเล็กโทรไลต์ในรีแอ็คเตอร์มีผลต่อการเกิดก๊าซไฮโดรเจนซึ่งทำให้เกิดอัตราการไหลของก๊าซคือ ถ้าน้ำอิเล็กโทรไลต์มีความเข้มข้นมากจะทำให้เกิดก๊าซมาก ข้อจำกัดคือถ้าเข้มข้นมากเกินไปจะทำให้เกิดความร้อนสะสมมาก, อุณหภูมิในรีแอ็คเตอร์สูงมาก ปัญหาที่คือระบายความร้อนภายในรีแอ็คเตอร์ไม่ทัน อีกประการหนึ่งก็คือความไม่สะอาดของน้ำอิเล็กโทรไลต์เมื่อใช้ไปนานๆ เนื่องจากสารแขวนลอย

4. ผลจากการใช้ก๊าซไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงร่วมสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน พบว่าเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดปริมาตรกระบอกสูบ 1600 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ใช้ระบบเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนร่วมกับไฮโดรเจนสามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้สูงสุด 25 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที เมื่อเทียบกับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ใช้ระบบเชื้อเพลิงปกติ

5.เอกสารอ้างอิง

[1] How a solar-hydrogen economy could supply the world's energy needs, in: PhysOrg., <http://www.physorg.com/pdf170326193.pdf>.

[2] W. McDonall, M. Eames, Forecast, scenarios, visions, backcasts and roadmaps to the hydrogen economy: a review of the hydrogen futures literature., *Energy Policy*, 34 (2006)1236 – 1250.

[3] K. Zhou, J. Ferreira, S.D. Haan, Optimal energy management strategy and system sizing method for standalone photovoltaic-hydrogen systems., *Inter. J. Hydrogen Energy*, 33 (2008) 477 – 489.

[4] S. SA, B. F, V. TN, Wind energy and the hydrogen economy-review of the technology., *Solar Energy*, 78 (2005)647 – 660.

[5] V. Pérez-Herranz, M. Pérez-Page, R. Beneito, Monitoring and control of a hydrogen production and storage system consisting of water electrolysis and metal hydrides, *Inter. J. Hydrogen Energy*, 35 (2010) 912–919.

[6] J.C. Ganley, High temperature and pressure alkaline electrolysis, *Inter. J. Hydrogen Energy*, 34 (2009) 3604–3611.

[7] K. Schoots, F. Ferioli, G.J. Kramer, B.C.C.v.d. Zwaan, Learning curves for hydrogen production technology: An assessment of observed cost reductions, *Inter. J. Hydrogen Energy*, 33 (2008) 2630–2645.

[8] G.E. Ahmad, E.T.E. Shenawy, Optimized photovoltaic system for hydrogenproduction, *Renewable Energy*, 31 (2006) 1043–1054.

[9] E.T.E. Shenawy, H. H., Annual Performance of a Photovoltaic Hydrogen Electrolyzer System in Egypt, in: The Pacific Rim Energy and Sustainability Congress, The Hiroshima Crowne Plaza, Japan, 2012.

[10] Z. Wang, R.R. Roberts, G.F. Naterer, K.S. Gabriel, Comparison of thermochemical, electrolytic, photoelectrolytic and photochemical solar-to-hydrogen production technologies., *Inter. J. Hydrogen Energy*, 37(21)(2012)16287–16301.

[11] A. Ramadan, E. El-Shenawy, A.A. Dayem, S. Eid, A. Optimization of PV-Hydrogen Electrolyzes System, in: Third International Conference on Engineering Science & Technology, Cairo, Egypt, 2008.

[12] N. Chennouf, N. Settou, B. Negrou, K. Bouziane, B.Dokkar, Experimental Study of Solar Hydrogen Production Performance by Water

- Electrolysis in the South of Algeria, Energy Procedia, 18 (2012) 1280 – 1288.
- [13] D.M. See, R.E. White, Temperature and concentration dependence of the specific conductivity of concentrated solutions of potassium hydroxide, J. Chem. Eng. Data, 42 (1997) 1266-1268.
- [14] H. Wendt, H. Plzak, Hydrogen production by water electrolysis, Kerntechnik, 56 (1991) 22–28.
- [15] Æ. Ulleberg, Modeling of advanced alkaline electrolyzers: a system simulation approach, Inter. J. of Hydrogen Energy, 28 (2003) 21-33.
- [16] X. Qin, F. Gao, G. Chen, Effects of the geometry and operating temperature on the stability of Ti/IrO₂–SnO₂–Sb₂O₅ electrodes for O₂ evolution., J Appl Electrochem, (2010)1797–1805.
- [17] Allenby, S., Chang, W.C., Megaritis, A. and Wyszynski, M.L., 2001, "A Way to maintain Combustion Stability in Natural Gas Fuelled Engine with EGR, the Potential of Fuel Reforming", Journal of Automobile Engineering, Vol, 215, Part D., pp.405-418
- [18] Sierens, R. and Rosseel, E., 2000, "Variable Composition Hydrogen/Natural Gas Mixtures for Increased Engine Efficiency and Decreased Emissions", ASME Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, Vol. 122, pp. 135-140
- [19] Larsen, J.F. and Wallace, J.S., 1997, "Comparison of Emissions and Efficiency of a Turbocharged Lean-Burn Natural Gas and Hythane-Fuelled Engine", ASME Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, Vol. 119, pp. 218-226
- [20] Raman, V., Hansel, J., Fulton, J., Lynch, F. and Bruderly, D., 1994, "Hythane-An Ultra Clean Transportation Fuel", Proceeding 10th World Hydrogen Energy Conference, Cocoa Beach, Vol. 3, pp. 1797-1806
- [21] P. Chaiwongsa, N. Pornsuwancharoen, P.P. Yupapin, Effective hydrogen generator testing for on-site small engine, Frontier Research in Nanoscale Science and Technology, Physics Procedia 2 (2009) 93–100

ประวัติผู้ประพันธ์



ไพฑูรย์ ไชยวงศา

การศึกษา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาเครื่องกลวิศวกรรมเครื่องกล
งานวิจัยที่สนใจ : การถ่ายเทความร้อนและอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน, เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน, การปรับอากาศ



ทแก้ว เขียมสวัสดิ์

การศึกษา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
งานวิจัยที่สนใจ : การถ่ายเทความร้อน, การไหลในท่อแบบหลายสถานะ, ของไหลนาโน, เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน



วีระพันธ์ ด้วงทองสุข

การศึกษา : วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาเครื่องกลวิศวกรรมเครื่องกล
งานวิจัยที่สนใจ : การถ่ายเทความร้อนและอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน, การปรับอากาศ, กลศาสตร์ของไหล, การไหลหลายสถานะ, ของไหลนาโน