ต้นแบบเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศที่มีอิเล็กโทรไลต์แบบไหลเวียน

The Prototype of Aluminum-air Battery Cell with Circulating Electrolyte

จักรากร เชิญชัยภูมิ (Juggaragorn Chearnchaiyaphum)* ดร.ชัยภัทร เครือหงส์ (Dr.Chaiyaput Kruehong)**

ดร.อภิชาติ อาจนาเสียว (Dr. Apichart Artnaseaw) **

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและออกแบบเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศที่มีอิเล็กโทรไลต์แบบไหลเวียน โดยใช้วิธีการปั๊มอากาศผ่านหัวทรายทำให้เกิดฟองอากาศลอยตัวขึ้นเหนือผิวของสารละลายทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ไหลเวียนภายในเซลล์ ข้อมูลการด้านพลังงานของเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ ที่มีอิเล็กโทรไลต์แบบไหลเวียน วัดค่าศักย์ไฟฟ้า 1.085 โวลต์ มีค่ากระแสไฟฟ้า 2.43 มิลลิแอมแปร์ ส่วนการทดสอบการปลดปล่อยกระแสไฟฟ้าโดยใช้เครื่องโพเทนชิโอมิเตอร์ในโหมดกัลวาโนสแตติก การปลดปล่อยกระแสคงที่ 9 มิลลิแอมแปร์ เวลาที่ทดสอบ 15 นาที ผลการทดลองแบบเซลล์แบบสารละลายไม่ไหลเวียน วัดค่าศักย์ไฟฟ้าได้ 0.5 โวลต์ ส่วนเซลล์ที่มีสารละลายแบบไหลเวียนโดยการควบคุมอัตราการไหลของอากาศ 5 ลบ.ซม./วินาที วัดค่าศักย์ไฟฟ้าได้ 0.7 โวลต์ เปรียบเทียบแล้วค่าศักย์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นถึง 40% การที่ อิเล็กโทรไลต์มีการเคลื่อนที่แบบไหลเวียนภายในเซลล์นั้นทำให้เซลล์แบตเตอรี่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น

ABSTRACT

This research aims to study and design of the aluminum - air battery cell with electrolyte circulation. By means of pumping air through the equipment, cause bubbles floating above the surface of the electrolyte causes movement of the electrolyte circulation inside the cell. Information on energy of the aluminum - air battery cell. With electrolyte circulation model. Measure the electric potential is 1.085 volts of electric current 2.43 mA Testing discharge electricity using a composition potentiometers in static mode galvanostatic. 9 mA constant current discharge test at 15 minutes. results of experiments with cell electrolyte does not flow. Measured voltage is 0.5 volts. The cells with electrolyte flow by controlling the air flow rate of 5 ml / sec. Measured voltage is 0.7 volts and then compare the voltage increases up to 40%. The electrolyte circulation is movement within the cell, causing cell battery can produce electricity has increased.

คำสำคัญ: เซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ, อิเล็กโทรไลต์แบบไหลเวียน, การออกแบบแบตเตอรี่

Keywords: Battery cell aluminum – air**,** Electrolyte circulation, Design of the battery

** นักศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*

*** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*

บทนำ

แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ เป็นนวัตกรรมในการออกแบบพัฒนาแบตเตอรี่ ให้เป็นแหล่งพลังงานทางไฟฟ้าที่สามารถใช้ทดแทนพลังงานสิ้นเปลืองได้ เซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ ที่ใช้ในปัจจุบันจะเป็นแบบเซลล์ปฐมภูมิที่ชาร์จไฟไม่ได้ โดยขั้วลบเป็นโลหะอลูมิเนียมที่แช่ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ โดยจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในชั้นบรรยากาศ ที่ขั้วบวกเกิดเป็นอลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ ($Al(OH)_3$) ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของแบตเตอรี่ชนิดนี้ลดลง ปัจจุบันการศึกษาวิจัยในเรื่องเทคโนโลยีแบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศของประเทศไทยถือว่ายังมีน้อยมากเมื่อเทียบกับต่างประเทศที่มีศึกษาพัฒนาแบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศเพื่อเป็นแหล่งพลังงานที่มีความสำคัญในอนาคต

แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ มีจุดเด่นและจุดด้อยหลายประการที่น่าสนใจ โดยจุดเด่นที่สำคัญคือสามารถสร้างพลังงานในการขับเคลื่อนเครื่องยนต์ได้อย่างเพียงพอ และให้อัตราเร่งที่คล้ายคลึงกับรถยนต์เครื่องยนต์เบนซิน อย่างไรก็ตามยังคงมีปัญหาทางเทคนิคที่ต้องได้รับการแก้ไขที่จะทำให้แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศเหมาะสมสำหรับยานพาหนะไฟฟ้า เช่น ขั้วลบที่ทำจากอลูมิเนียมบริสุทธิ์จะสึกกร่อนโดยอิเล็กโทรไลต์ ดังนั้นจึงนิยมนำอลูมิเนียมอัลลอยด์ที่มีมักจะมีดีบุกหรือองค์ประกอบอื่นๆ มาใช้เป็นส่วนผสม อลูมิเนียมไฮเดรทที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาของเซลล์มีรูปแบบสารคล้ายเจลจะเกิดขึ้นที่ขั้วลบทำให้กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ลดลง ซึ่งปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้นอาจแก้ไขได้โดยวิธีการต่างๆ เช่น การเพิ่มสารเติมแต่งในรูปแบบผงเพื่อยับยั้งการเกิดเจลสะสมที่พื้นผิว และพบว่าที่ขั้วบวกในส่วนที่อากาศเข้าสู่เซลล์แบตเตอรี่จะประกอบด้วยวัสดุที่มีราคาสูง เช่น คาร์บอน ที่มีส่วนผสมของนิกเกิล-กริด (nickel-grid) ตัวเร่งปฏิกิริยา (โคบอลต์) รวมถึง ฟิล์ม PTFE ที่ใช้ในการป้องกันการรั่วไหลของอิเล็กโทรไลต์และยอมให้อากาศผ่านได้ยังคงมีราคาที่สูง นอกจากนี้แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ แบบดั้งเดิมจะมีอายุการใช้งานที่สั้น เพราะอลูมิเนียมทำปฏิกิริยากับสารละลายอิเล็กโทรไลต์ และยังพบว่าเมื่อปล่อยแบตเตอรี่ทิ้งไว้โดยไม่ได้ใช้งานจะเกิดก๊าซไฮโดรเจนขึ้นซึ่งอาจทำให้เซลล์เสียหายหรือเกิดอันตรายเมื่อมีประกายไฟ Yang,S. (2002) นอกจากนี้ยังมีปัญหาหลักๆของการนำอลูมิเนียมมาใช้เป็นขั้วไฟฟ้าในแบตเตอรี่ คือ การกัดกร่อนในอลูมิเนียมเนื่องจากปฏิกิริยารีดักชันที่ขั้วลบในขณะไม่มีโหลดไฟฟ้า และการก่อตัวของชั้นไฮดรอกไซด์ที่บนพื้นผิวของอลูมิเนียมในขณะจ่ายกระแสไฟฟ้า ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำให้ประสิทธิภาพการจ่ายกระแส และศักย์ไฟฟ้าของระบบลดลง G.S.Frankel,J. Electrochem (1998), Z. Szklarska-Smialowska (1999), C.F.W.Norman (1986) สำหรับการแก้ปัญหาส่วนใหญ่จะเน้นในเรื่องของการใช้อิเล็กโทรไลต์แบบหมุนเวียน โดยจะสูบสารละลายจากถังด้านนอก เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการก่อตัวของสารประกอบไฮดรอกไซน์ และหยุดการเกิดการอุดตันภายในช่องว่างรูที่ขั้วแคโทด G.Scamans (1986) อีกทั้งยังช่วยกำจัดฟองไฮโดรเจนออกจากผิวของอลูมิเนียม M.L.Doche, F.Novel-Cattin, R. Durand, J.J.Rameau (1997) และยังสามารถผสมผสานกับกระบวนการต่างๆ ได้หลากหลายรูปแบบ ได้แก่ การแลกเปลี่ยนทางความร้อน การกรอง และการตกผลึก T.A. Dougherty, A.P.Karpinski, J.H.Stannard, W. Halliop, S. Warner (1996)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและออกแบบต้นแบบเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ ที่มีอิเล็กโทรไลต์แบบไหลเวียน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของแบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศแบบดั้งเดิมหรือแบบไม่มีการไหลเวียนของสารละลาย โดยออกแบบระบบการไหลเวียนของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ให้เคลื่อนที่ในระหว่างที่ระบบทำการผลิตไฟฟ้าโดยใช้การเคลื่อนที่ของสารละลายเกิดจากการลอยตัวของฟองอากาศ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวอาจช่วยลดการสะสมของสารผลิตภัณฑ์ที่เป็นอุปสรรคต่อการทำงานของขั้วไฟฟ้าและการเคลื่อนที่ของสารละลายอิเล็กโทรไลต์จะช่วยในการเพิ่มอัตราการถ่ายโอนมวลสารของอากาศที่เกิดขึ้นที่พื้นผิวของขั้วไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาและออกแบบเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ ที่มีอิเล็กโทรไลต์แบบไหลเวียน

2. วิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลพลังงานที่ได้ระหว่าง เซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ ที่มีอิเล็กโทรไลต์แบบไหลเวียน กับเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ ที่มีอิเล็กโทรไลต์แบบไม่ไหลเวียน

3. เพื่อศึกษาปัจจัยเนื่องจากรูปแบบการติดตั้งขั้วไฟฟ้า และระบบไหลเวียนสารที่มีต่อประสิทธิภาพการทำงานของแบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ ที่มีอิเล็กโทรไลต์แบบไหลเวียน

วิธีการวิจัย

1. ศึกษาและรวบรวมงานวิจัยหรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องการผลิตเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ

2. ศึกษาข้อมูลการไหลเวียนอิเล็กโทรไลต์ที่มีผลต่อคายประจุของแผ่นอลูมิเนียม

3. ออกแบบเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ และรูปแบบการติดตั้งขั้วไฟฟ้า และระบบไหลเวียนสารละลาย

4. ออกแบบวิธีการการทดลอง และเตรียมเครื่องมือในการทดลอง เช่น สารเคมี, แผ่นอลูมิเนียม, เครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า, แผ่นเหล็กกล้าไร้สนิม เป็นต้น

5. ประกอบต้นแบบเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศที่มีอิเล็กโทรไลต์แบบไหลเวียน

6. ศึกษาปัจจัยเนื่องจากรูปแบบการติดตั้งขั้วไฟฟ้า และการไหลเวียนสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่มีต่อการปลดปล่อยกระแสไฟฟ้า

7. วิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลพลังงานที่ได้ระหว่าง เซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศที่มี อิเล็กโทรไลต์แบบไหลเวียนกับเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศที่มีอิเล็กโทรไลต์แบบไม่ไหลเวียน

8. การทดสอบศึกษาการปลดปล่อยกระแสไฟฟ้าโดยใช้เครื่องโพเทนชิโอมิเตอร์ในโหมด galvanostatic ทดสอบการปล่อยกระแสคงที่ 9 mA. เวลา 15 นาที

9. สรุปงานวิจัยและผลที่ได้จากการวิจัย

วัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ใช้แผ่นอลูมิเนียมเป็นขั้วลบ มีพื้นที่จุ่มลงในสารละลาย 36 ตางรางเซนติเมตร ทำการเปิดผิวโดยการขัดด้วยกระดาษทราย

2. ใช้แผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 304 เป็นขั้วบวก มีพื้นที่จุ่มลงสารละลาย 36 ตางรางเซนติเมตร

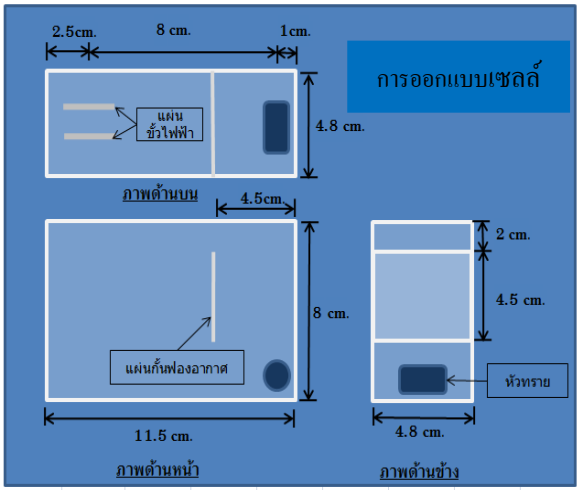
3. เซลล์แบตเตอรี่ทำด้วยแผ่นอะคริลิคใส ขนาด กว้างxยาวxสูง = 4.8x11.5x8 เซนติเมตร หนา 2 มิลลิเมตร

4. ใช้สารละลาย NaCl เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ 3.5 M (โมลาร์)

5. เครื่องปั๊มลม อัตราการไหลของอากาศสูงสุดที่ 23 ลบ.ซม./วินาที

การออกแบบขนาดของเซลล์

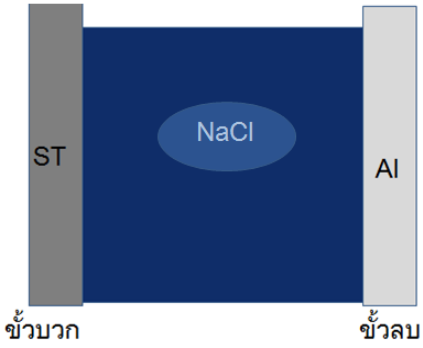
ขนาดของเซลล์และรูปแบบการติดตั้งขั้วไฟฟ้าถือเป็นปัจจัยที่มีผลต่อในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ ที่มีสารละลายอิเล็กโทรไลต์แบบไหลเวียน ดังนั้นเซลล์แบตเตอรี่จึงออกแบบให้มีขนาด กว้างxยาวxสูง เท่ากับ 4.8x11.5x8 เซนติเมตร มีระยะห่างระหว่างหัวทรายกับขั้วไฟฟ้าเท่ากับ 8 เซนติเมตร



ภาพที่ 1 การออกแบบขนาดของเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ

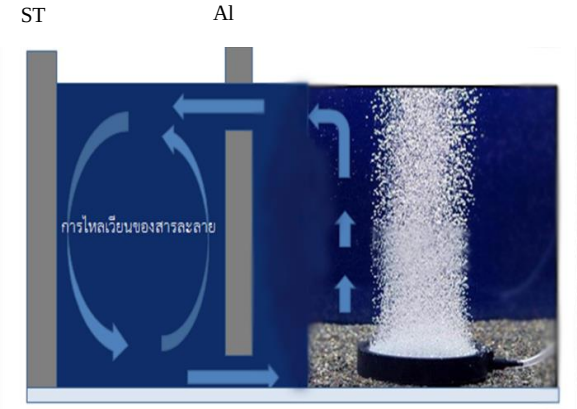
วิธีการทดลอง

1. ทดสอบเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศที่มีอิเล็กโทรไลต์แบบไม่มีการไหลเวียนของสารละลายแล้วทำการวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้า



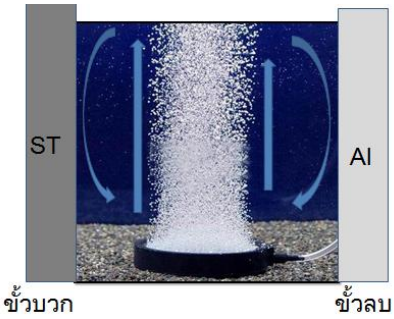
ภาพที่ 2 เซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศอากาศ ที่มีอิเล็กโทรไลต์แบบไม่มีการไหลเวียน

2. ทดสอบเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศที่มีอิเล็กโทรไลต์แบบไหลเวียนภายในเซลล์ หลักการออกแบบการไหลเวียนของสารอิเล็กโทรไลต์โดยใช้การปั๊มอากาศผ่านหัวทรายทำให้เกิดฟองอากาศลอยตัวขึ้นบนผิวของอิเล็กโทรไลต์ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของสารสารละลายอิเล็กโทรไลต์ดังภาพที่ 3 แล้วทำการวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้า



ภาพที่ 3 การไหลเวียนสารละลายอิเล็กโทรไลต์โดยใช้ฟองอากาศในเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ

3. ทดสอบเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศที่มีอิเล็กโทรไลต์แบบไหลเวียนภายในเซลล์ทดสอบเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ ออกแบบการไหลเวียนของสารอิเล็กโทรไลต์โดยใช้การปั๊มอากาศผ่านหัวทรายทำให้เกิดฟองอากาศลอยตัวขึ้นบนผิวของอิเล็กโทรไลต์ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของสารสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ระหว่างขั้วทั้งสองดังภาพที่ 4 แล้วทำการวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้า

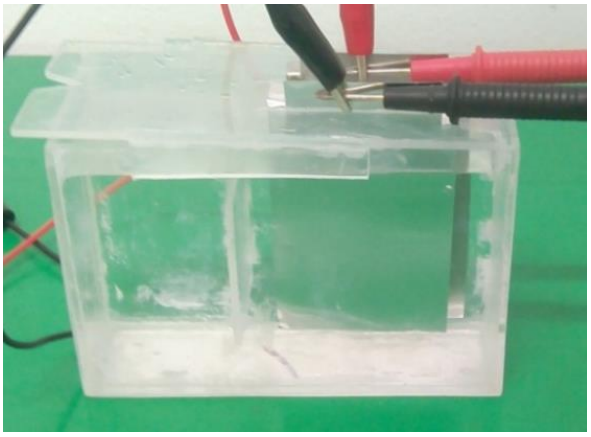


ภาพที่ 4 การไหลเวียนสารละลายอิเล็กโทรไลต์โดยใช้ฟองอากาศระหว่างขั้วในเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ

4.การทดสอบศึกษาการปลดปล่อยกระแสไฟฟ้าโดยใช้เครื่องโพเทนชิโอมิเตอร์ในโหมด galvanostatic ทดสอบการปล่อยกระแสคงที่ 9 mA. เวลา 15 นาที เปรียบเทียบการปล่อยกระแสของเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ ที่มีอิเล็กโทรไลต์แบบไหลเวียนควบคุมอัตราการไหลของอากาศ 3,5,23 ลบ.ซม./วินาที และแบบอิเล็กโทรไลต์ไม่ไหลเวียน

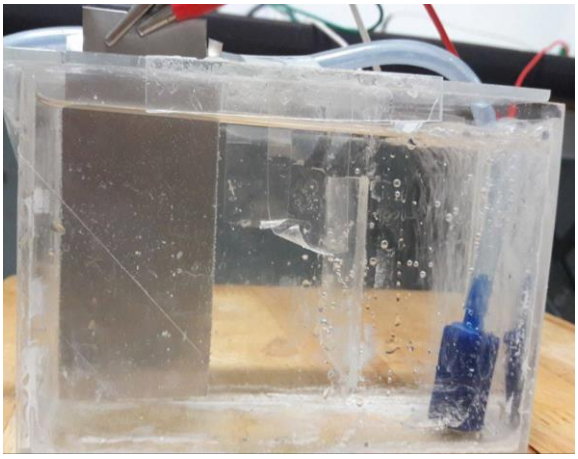
ผลการวิจัย

1.ผลการทดลองเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ ที่มีอิเล็กโทรไลต์แบบไม่ไหลเวียน โดยใช้เหล็กกล้าไร้สนิม (ขั้วบวก) อลูมิเนียมบริสุทธิ์ (ขั้วลบ) ใช้สารละลาย NaCl เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ 3.5 M (โมลาร์) แล้วทำการวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าได้ 0.778 V.ค่ากระแสไฟฟ้า 1.55 mA.



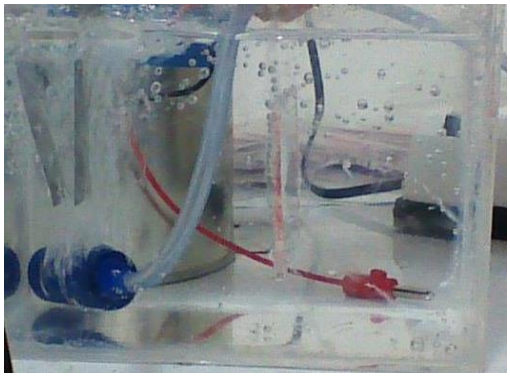
ภาพที่ 5 การทดลองเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศแบบไม่ไหลเวียนของสารอิเล็กโทรไลต์

2. ผลการทดลองเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ ที่มีอิเล็กโทรไลต์แบบไหลเวียนภายในเซลล์ ทดสอบเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ ที่ออกแบบการไหลเวียนของสารอิเล็กโทรไลต์โดยใช้การปั๊มอากาศผ่านหัวทรายทำให้เกิดฟองอากาศลอยตัวขึ้นบนผิวของอิเล็กโทรไลต์ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ โดยควบคุมอัตราการไหลของอากาศ 5 ลบ.ซม./วินาที จากการวัดค่าศักย์ไฟฟ้า ค่าศักย์ไฟฟ้าเกิดการเพิ่มขึ้นจาก 0.778 V.เพิ่มขึ้นถึง 1.085 V. ค่ากระแสไฟฟ้า 2.43 mA.



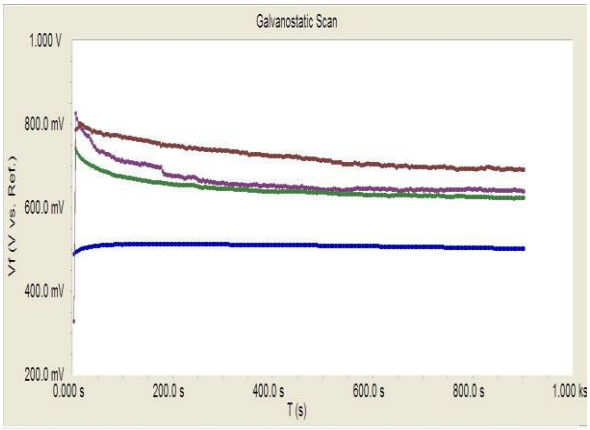
ภาพที่ 6 การทดลองออกแบบการไหลเวียนสารละลายอิเล็กโทรไลต์โดยใช้ฟองอากาศในเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ

3. ผลการทดลองเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ ที่มีอิเล็กโทรไลต์แบบไหลเวียนภายในเซลล์ โดยออกแบบการไหลเวียนของสารอิเล็กโทรไลต์โดยใช้การปั๊มอากาศผ่านหัวทรายทำให้เกิดฟองอากาศลอยตัวขึ้นบนผิวของอิเล็กโทรไลต์ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของสารสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ระหว่างขั้ว พบว่าจากการวัดค่าศักย์ไฟฟ้า ค่าศักย์ไฟฟ้าลดลงเนื่องจากฟองอากาศไปเกาะตามขั้วทำให้พื้นที่ผิวของขั้วทั้งสองลดลง ฟองอากาศนั้นถือว่าเป็นเหมือนฉนวนทำให้ขัดขวางการถ่ายเทอิเล็คตรอนทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าต่ำลง



ภาพที่ 7 ทดสอบการไหลเวียนสารละลายอิเล็กโทรไลต์โดยใช้ฟองอากาศระหว่างขั้ว

4. ผลการทดลองศึกษาการปลดปล่อยกระแสไฟฟ้าโดยใช้เครื่องโพเทนชิโอมิเตอร์ในโหมด galvanostatic ทดสอบการปล่อยกระแสคงที่ 9 mA. เวลา 15 นาที เปรียบเทียบการปล่อยกระแสของเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ ที่มีอิเล็กโทรไลต์แบบไหลเวียนโดยควบคุมอัตราการไหลของอากาศ 3,5,23 ลบ.ซม./วินาที และแบบสารละลายอิเล็กโทรไลต์ไม่ไหลเวียน มีผลการทดลองดังภาพที่ 8



Curve ● คือสารอิเล็กโทรไลต์แบบไหลเวียน ที่มีการควบคุมอัตราการไหลของอากาศ 5 ลบ.ซม./วินาที
Curve ● คือสารอิเล็กโทรไลต์แบบไหลเวียน ที่มีการควบคุมอัตราการไหลของอากาศ 23 ลบ.ซม./วินาที
Curve ● คือสารอิเล็กโทรไลต์แบบไหลเวียน ที่มีการควบคุมอัตราการไหลของอากาศ 3 ลบ.ซม./วินาที
Curve ● คือสารอิเล็กโทรไลต์แบบไม่ไหลเวียน

ภาพที่ 8 กราฟเปรียบเทียบการทดสอบศึกษาการปลดปล่อยกระแสไฟฟ้าโดยใช้เครื่องโพเทนชิโอมิเตอร์ในโหมด galvanostatic

จากการทดลองระบบไหลเวียนของสารละลายนั้นผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของแบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ การทดลองระบบไหลเวียนของสารละลายโดยควบคุมอัตราการไหลของอากาศ 5 ลบ.ซม./วินาที การปล่อยกระแสคงที่ 9 mA. ค่าศักย์ไฟฟ้ามากถึง 0.7 V. ซึ่งให้ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้ามากที่สุด ส่วนการควบคุมอัตราการไหลของอากาศ 23 ลบ.ซม./วินาที ค่าศักย์ไฟฟ้า 0.65 V. ค่าศักย์มีค่าต่ำกว่านั้นเกิดจากการป้อนอากาศที่แรงเกินไป ทำให้ฟองอากาศไปเกาะตามขั้วทำให้พื้นที่ผิวของขั้วทั้งสองลดลง ฟองอากาศนั้นถือว่าเป็นเหมือนฉนวนทำให้ขัดขวางการถ่ายเทอิเล็คตรอนทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าต่ำลง ส่วนการควบคุมอัตราการไหลของอากาศ 3 ลบ.ซม./วินาที ค่าศักย์ไฟฟ้า 0.64 V.ค่าศักย์มีค่าต่ำกว่าเกิดจากอัตราการไหลของอากาศที่ป้อนน้อยมากส่งผลให้ไหลเวียนของสารละลายภายเซลล์น้อยลง ส่วนการทดลองเซลล์แบบสารละลายแบบไม่ไหลเวียนวัดค่าศักย์ไฟฟ้าได้เพียง 0.5 V.

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ผลการทดลองเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ ที่มีอิเล็กโทรไลต์แบบไม่ไหลเวียนโดยใช้เหล็กกล้าไร้สนิม (ขั้วบวก) อลูมิเนียมบริสุทธิ์ (ขั้วลบ) ใช้สารละลาย NaCl เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ 3.5 M (โมลาร์) วัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าได้ 0.778 V.ค่ากระแสไฟฟ้า 1.55 mA. แล้วทำการทดสอบเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศ ที่มีอิเล็กโทรไลต์แบบไหลเวียน โดยการออกแบบการไหลเวียนของสารอิเล็กโทรไลต์โดยใช้การปั๊มอากาศผ่านหัวทรายทำให้เกิดฟองอากาศลอยตัวขึ้นบนผิวของอิเล็กโทรไลต์ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของสารสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ของเซลล์แบตเตอรี่ทำด้วยแผ่นอะคริลิคใสขนาด กว้างxยาวxสูง เท่ากับ 4.8x11.5x8 เซนติเมตร หนา 2 มิลลิเมตร วัดค่าศักย์ไฟฟ้ามากที่สุด คือ 1.085 V. ค่ากระแสไฟฟ้า 2.43 mA ส่วนการทดสอบศึกษาการปลดปล่อยกระแสไฟฟ้าโดยใช้เครื่องโพเทนชิโอมิเตอร์ในโหมด galvanostatic เซลล์แบบที่ 3 ทดสอบการปล่อยกระแสคงที่ 9 mA. เวลา 15 นาที ผลการทดลองเซลล์แบบสารละลายแบบไม่ไหลเวียน วัดค่าศักย์ไฟฟ้าได้ 0.5 V. ส่วนเซลล์แบบสารละลายแบบไหลเวียน โดยการควบคุมอัตราการไหลของอากาศ 5 ลบ.ซม./วินาที วัดค่าศักย์ไฟฟ้ามากถึง 0.7 V. เปรียบเทียบกับเซลล์สารละลายไม่ไหลเวียนค่าศักย์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นถึง 40% การที่สารละลายอิเล็กโทรไลต์มีการเคลื่อนที่นั้นทำให้เกิดกระบวนการที่ช่วยลดการสะสมของสารผลิตภัณฑ์ที่เป็นอุปสรรคต่อการทำงานของขั้วไฟฟ้า ส่งผลต่อเซลล์แบตเตอรี่อลูมิเนียม-อากาศสามารถผลิตพลังงานได้เพิ่มขึ้น ทั้งค่าศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ทำการวิจัยขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนอุปกรณ์ในการทดลองและสถานที่ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

C.F.W. Norman, Corrosion of aluminium, PhD thesis, University of Southampton, 1986.

G. Scamans, Chem. Ind. (1986) 192.

G.S. Frankel, J. Electrochem. Soc. 145 (1998) 2186.

M.L. Doche, F. Novel-Cattin, R. Durand, J.J. Rameau, J. Power Sources 65 (1997) 197.

T.A. Dougherty, A.P. Karpinski, J.H. Stannard, W. Halliop, S. Warner, in: Energy Conversion Engineering Conference, 1996. IECEC 96, Proceedings of the 31st Intersociety, vol. \ 1172, 1996, pp. 1176e1180.

Yang, S. (2002). "Design and analysis of aluminum/air battery system for electric vehicles". *Journal of Power Sources* 112: 162–201.

Z. Szklarska-Smialowska, Corros. Sci. 41 (1999) 1743.