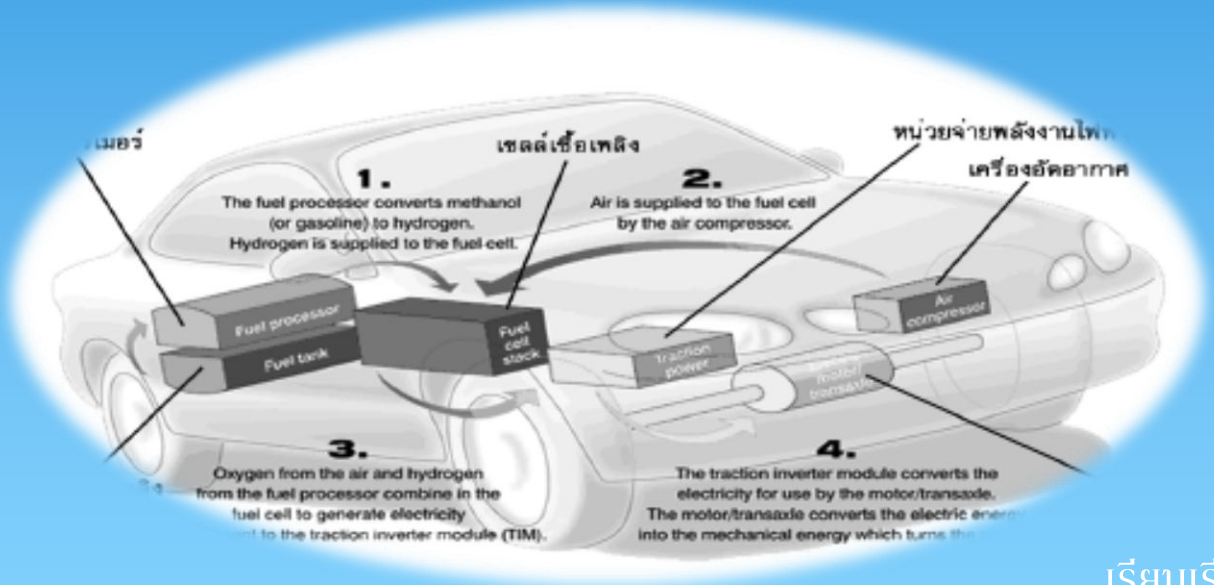
เซลล์เชื้อเพลิง
(Fuel Cells)



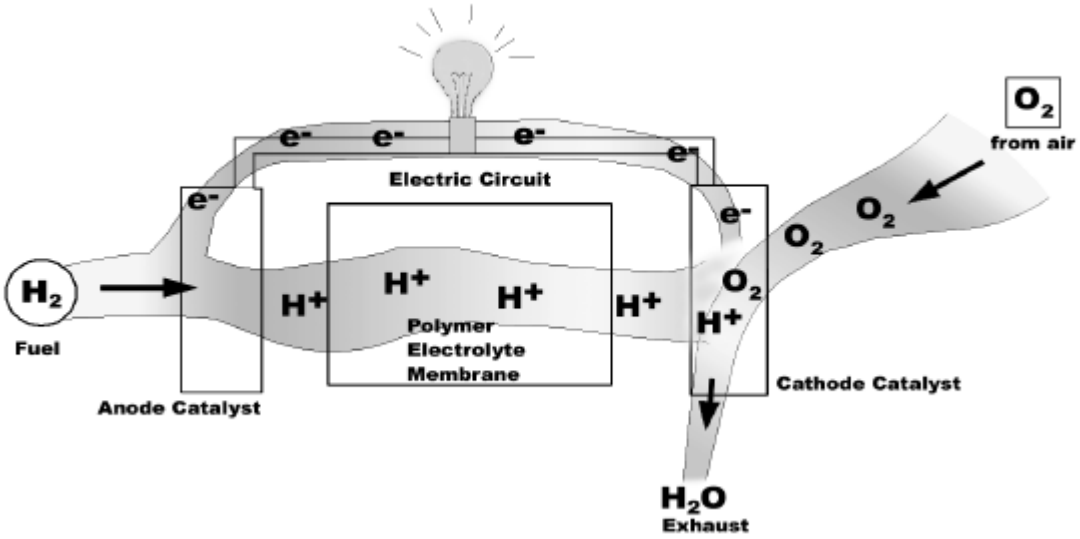
เรียบเรียงโดย

ครูคมสันต์ แดงดั้น

เซลล์เชื้อเพลิง
(Fuel Cells)

ความหมาย

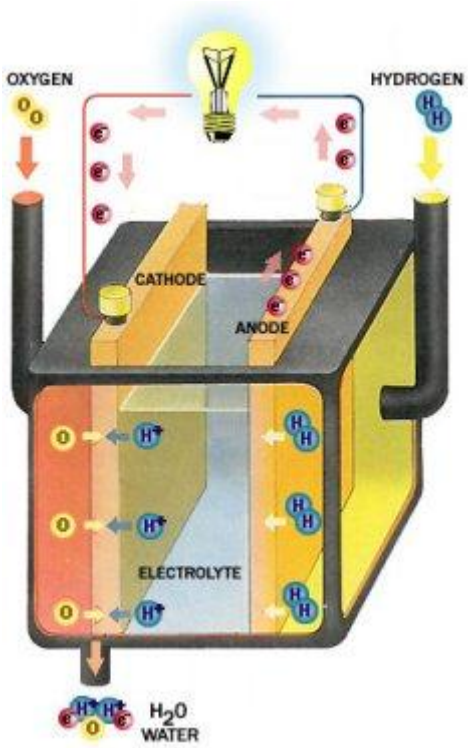
เซลล์เชื้อเพลิง เป็นกัลวานิกเซลล์ (galvanic cell) ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานเคมีให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยกระบวนการทางไฟฟ้าเคมี (electrochemical)



เซลล์เชื้อเพลิงแตกต่างจากแบตเตอรี่อย่างไร

1. เซลล์เชื้อเพลิงใช้แก๊สออกซิเจนกับไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิง เมื่อใช้แก๊สหมด ต้องเติมเชื้อเพลิงเข้าไปเรื่อย ๆ ปฏิกิริยาในเซลล์ไม่ย้อนกลับ แต่การอัดแบตเตอรี่เป็นการทำให้ปฏิกิริยาในเซลล์ย้อนกลับ

2. เซลล์เชื้อเพลิง เก็บพลังงานเคมีไว้ไม่ได้ จึงเป็นเซลล์กัลวานิกแบบปฐมภูมิ เนื่องจากสารตั้งต้นต้องผ่านเข้าเซลล์ตลอดเวลาและสารผลิตภัณฑ์ต้องผ่านเข้าออกเซลล์ตลอดเวลา แต่แบตเตอรี่สามารถเก็บพลังงานเคมีไว้ได้

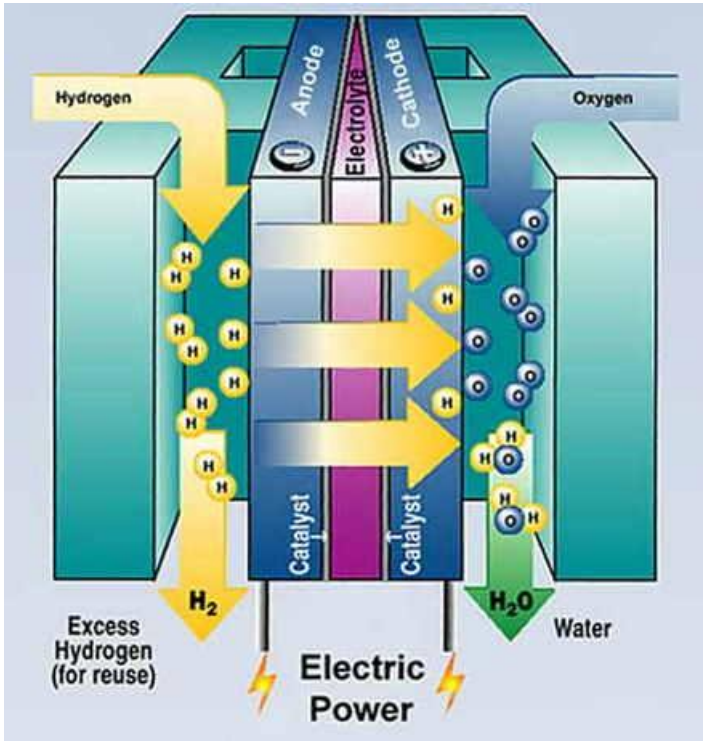


องค์ประกอบสำคัญของเซลล์เชื้อเพลิง

แอโนด (anode) เป็นขั้วไฟฟ้าที่ให้ประจุลบกับเซลล์เชื้อเพลิง มีหน้าที่ส่งผ่านประจุอิเล็กตรอนหรือประจุไฟฟ้าลบออกไปทางขั้วไฟฟ้า เมื่อต่อสายไฟกับขั้วไฟฟ้า ประจุไฟฟ้าจะไหลออกไป ส่วนแก๊สไฮโดรเจนที่ถูกดึงอิเล็กตรอนออกไป จะแสดงประจุบวก เรียกว่าโปรตอน

แคโทด (Cathode) เป็นขั้วไฟฟ้าที่ให้ประจุบวกกับเซลล์เชื้อเพลิง มีหน้าที่ต่อเข้ากับสายไฟภายนอก รับอิเล็กตรอนมารวมกับอะตอมของแก๊สออกซิเจนกับไฮโดรเจนกลายเป็นโมเลกุลของน้ำ

อิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte) ทำจากวัสดุต่าง ๆ เช่น สารละลาย, แผ่นพลาสติก มีหน้าที่คือยอมให้ประจุบวกหรือโปรตอนเคลื่อนที่ผ่าน



หลักการทำงานเซลล์เชื้อเพลิง

เซลล์เชื้อเพลิงประกอบด้วยขั้วไฟฟ้า 2 ขั้วคือขั้วแอโนด(ขั้วลบ) และขั้วแคโทด (ขั้วบวก) รอบสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ที่ขั้วแอโนด ให้แก๊สไฮโดรเจนเข้าไป แก๊สไฮโดรเจนแพร่ผ่านแอโนด แก๊สไฮโดรเจนถูกเร่งด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาให้ไฮโดรเจนไอออนกับอิเล็กตรอน อิเล็กตรอนถูกส่งผ่านเข้าไปในสายไฟ เกิดกระแสไฟฟ้า จากนั้นเคลื่อนที่ไปยังขั้วแคโทด ดังสมการ

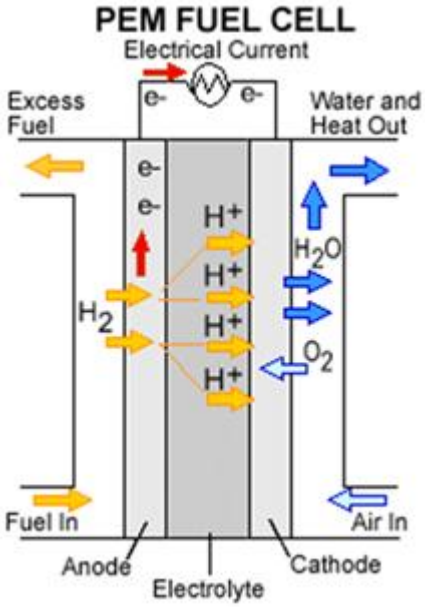
$$2H_2 \; 4H^+ + 4e^-$$

ที่ขั้วแคโทด ให้แก๊สออกซิเจนจากอากาศเข้าไปที่ขั้วแคโทด เมื่อไฮโดรเจนไอออนกับอิเล็กตรอนซึ่งเคลื่อนที่มายังขั้วแคโทดทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจนจากอากาศที่ให้เข้าไปเกิดเป็นโมเลกุลของน้ำ โดยอาศัยตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งทำจากแพลตินัม จะเกิดปฏิกิริยารีดักชันได้น้ำบริสุทธิ์ออกมา ดังสมการ

$$4H^+ + 4e^- + O_2 \; 2H_2O$$

แรงดันไฟฟ้าที่ได้ต่อหนึ่งเซลล์มีค่าประมาณ 1 โวลต์และได้กระแสออกมาประมาณ 10 แอมแปร์ ซึ่งถ้านำมาต่ออนุกรมกัน (fuel cell stack) 12 เซลล์ ก็จะได้แรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์เหมือนกับแบตเตอรี่ ปฏิกิริยารวมของเซลล์เชื้อเพลิงเป็นการรวมตัวของไฮโดรเจนและออกซิเจนเกิดเป็นน้ำ ดังสมการ

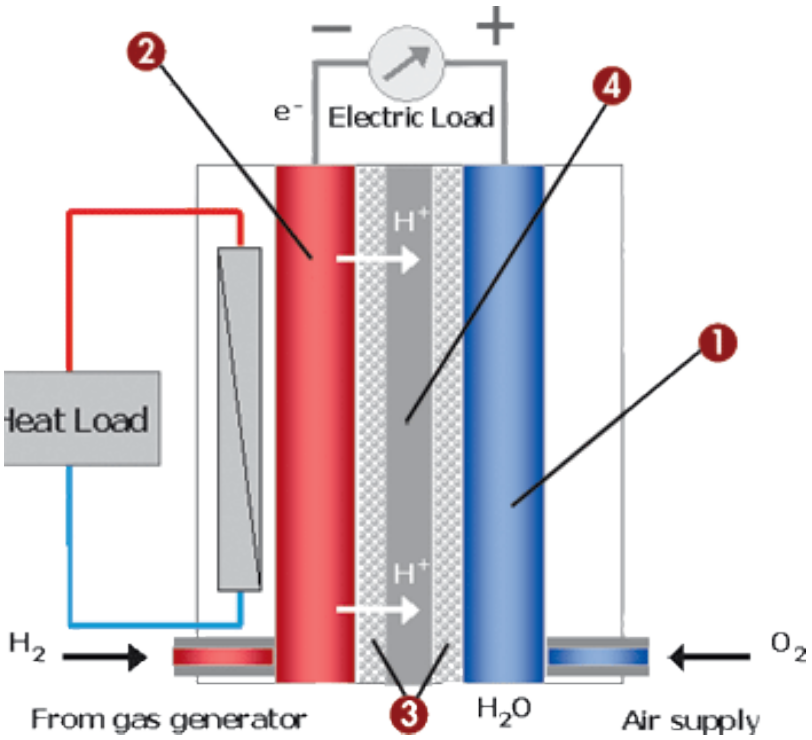
$$2H_2 + O_2 \; 2H_2O$$



ประเภทของเซลล์เชื้อเพลิง

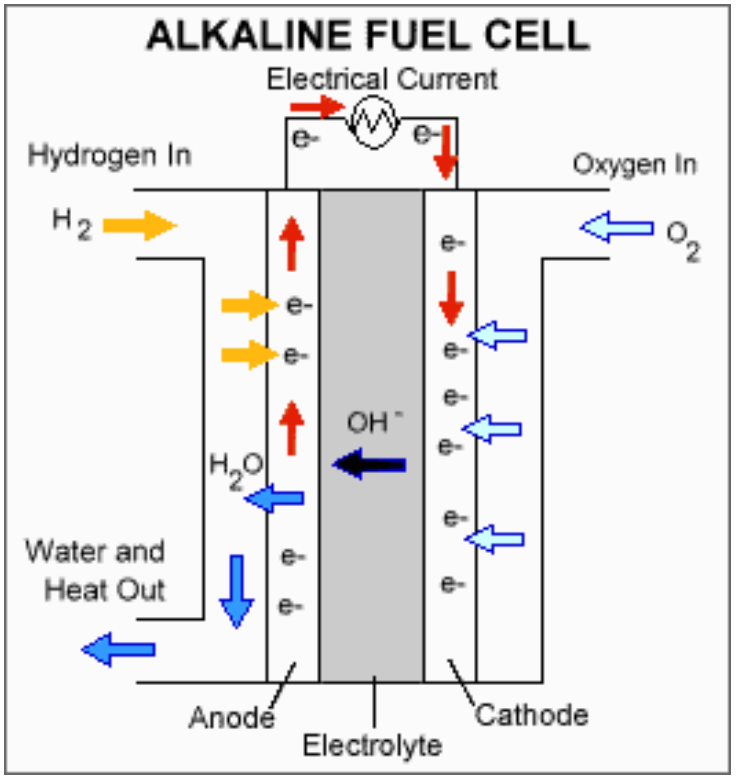
1. เซลล์เชื้อเพลิงชนิดเยื่อแลกเปลี่ยนโปรตอน

(proton exchange membrane fuel cell)



ประเภทของเซลล์เชื้อเพลิง

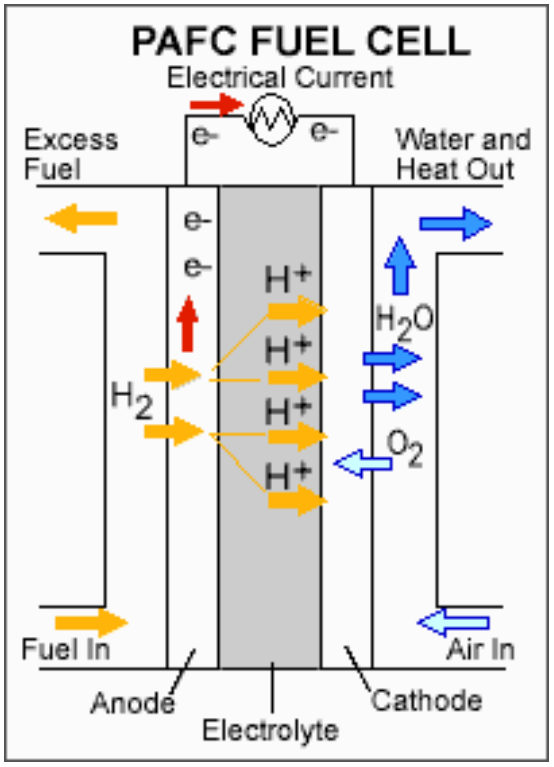
2. เซลล์เชื้อเพลิงแบบแอลคาไลน์ (alkaline fuel cell)



ประเภทของเซลล์เชื้อเพลิง

3. เซลล์เชื้อเพลิงแบบกรดฟอสฟอริก

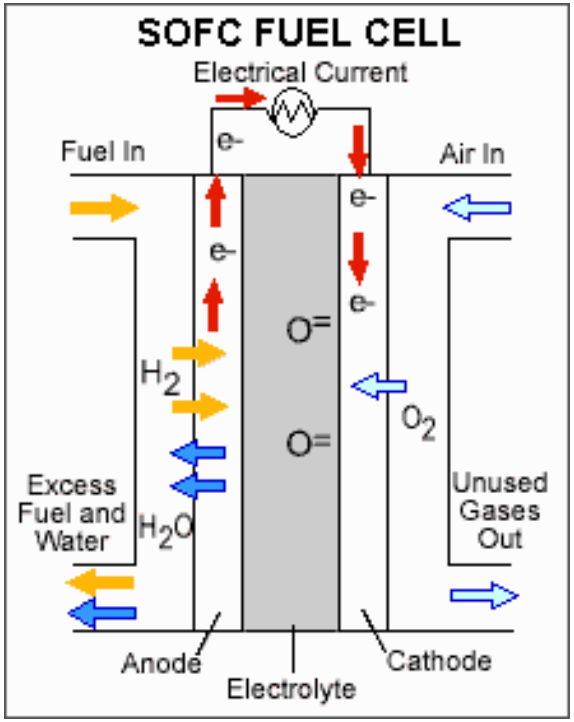
(phosphoric acid fuel cell)



ประเภทของเซลล์เชื้อเพลิง

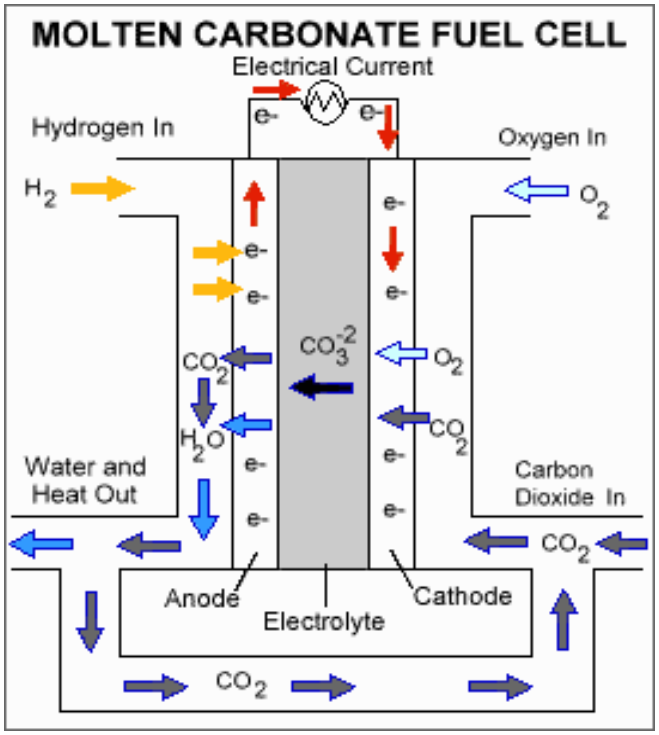
4. เซลล์เชื้อเพลิงแบบออกไซด์แข็ง

(solid oxide fuel cell)



ประเภทของเซลล์เชื้อเพลิง

5. เซลล์เชื้อเพลิงแบบคาร์บอเนตหลอมเหลว (molten carbonate fuel cell)



สรุปเซลล์เชื้อเพลิงแต่ละประเภท

ประเภทของเซลล์เชื้อเพลิง	อิเล็กโทรไลต์	ทำงานที่อุณหภูมิ(°C)	การประยุกต์	ข้อดี	ข้อเสีย
เยื่อแลกเปลี่ยนโปรตอน	พอลิเมอร์	60 - 80	- การขนส่ง - ยานพาหนะ - โรงไฟฟ้า - อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เคลื่อนย้ายได้สะดวก	- ไม่ต้องใช้เวลาอุ่นเครื่อง - ใช้อุณหภูมิต่ำ - ไม่มีปัญหาการสึกกร่อนของอิเล็กโทรไลต์	- ไวต่อเชื้อเพลิงที่มีสิ่งปนเปื้อน
แอลคาไลน์	โพแทสเซียม-ไฮดรอกไซด์(KOH)	90 - 100	- การขนส่ง - การทหาร - ยานอวกาศ - เรือดำน้ำ	- ปฏิกิริยาที่แอโนดเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว	
กรดฟอสฟอริก	กรดฟอสฟอริก (H_3PO_4)	175 - 200	- การขนส่ง - โรงไฟฟ้าแบบความร้อนร่วม	- ประสิทธิภาพ 85% - ใช้ H_2 ที่มีสิ่งเจือปนเป็นเชื้อเพลิงได้	- ใช้ Pt ซึ่งมีราคาแพงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา - ให้กระแสไฟฟ้าน้อย - ขนาดใหญ่
คาร์บอเนตหลอมเหลว	โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)	600 - 800	- โรงไฟฟ้าแบบความร้อนร่วม	- ประสิทธิภาพสูง - ปรับชนิดของเชื้อเพลิงได้หลายแบบ	- ใช้อุณหภูมิสูงทำให้เกิดการสึกกร่อนและสารประกอบของเซลล์เชื้อเพลิงเสียไป
ออกไซด์แข็ง	เซอร์โคเนียม-ออกไซด์ (ZrO_2)	600 - 1000	- โรงไฟฟ้าแบบความร้อนร่วม	- ประสิทธิภาพสูง - ตัวเร่งปฏิกิริยาราคาถูก	- ใช้อุณหภูมิสูงทำให้เกิดการสึกกร่อนและสารประกอบของเซลล์เชื้อเพลิงเสียไป

ข้อดีและการประยุกต์ใช้เซลล์เชื้อเพลิง

ข้อดีของเซลล์เชื้อเพลิงที่ได้รับการพูดถึงอยู่เสมอ และทำให้ได้รับความสนใจ สำหรับการเป็นแหล่งพลังงานทางเลือกใหม่ในอนาคต คือ เซลล์เชื้อเพลิงสามารถผลิตไฟฟ้าได้ โดยที่ไม่เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากในกระบวนการผลิตไฟฟ้านั้นไม่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลหรือถ่าน หิน ซึ่งทำให้เกิดก๊าซที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม เช่น คาร์บอนมอนนอกไซด์ ซัลเฟอร์ออกไซด์หรือไฮโดรคาร์บอนอื่นๆ นอกจากนี้ เซลล์เชื้อเพลิงผลิตไฟฟ้าได้จากปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีโดยตรง โดยไม่มีส่วนใดที่ต้องเคลื่อนที่ จึงไม่ก่อให้เกิดเสียงรบกวน อีกทั้งตัวเซลล์ก็มีขนาดไม่ใหญ่มาก สามารถติดตั้งไว้ในชุมชนได้ ในทางทฤษฎี เซลล์เชื้อเพลิงสามารถใช้งานกับอุปกรณ์ทุกชนิดที่ต้องการพลังงานไฟฟ้าในการ ทำงาน

ปัญหาการใช้เซลล์เชื้อเพลิง

1. การกักเก็บแก๊สไฮโดรเจน เพื่อนำไปใช้งานในเซลล์เชื้อเพลิงทำได้ยาก ปัญหานี้จึงเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุด ปัจจุบันนักวิจัยพยายามแก้ปัญหานี้โดยผลิตอุปกรณ์ชนิดหนึ่ง เรียกว่า รีฟอร์มเมอร์ (reformer) มีหน้าที่เปลี่ยนสารไฮโดรคาร์บอน(เมทานอล, แก๊สโพรเพน) หรือแอลกอฮอล์ให้เป็นไฮโดรเจน แต่การออกแบบรีฟอร์มเมอร์ยังไม่สมบูรณ์ ขณะใช้งานมีความร้อนเกิดขึ้นและได้แก๊สอื่นออกมาด้วย ทำให้ประสิทธิภาพของเซลล์เชื้อเพลิงลดลง

2. ต้นทุนในการผลิตสูง การทำราคาขายให้ผู้บริโภคทั่วไปเป็นเจ้าของยังคงห่างไกลความจริง

3. สถานีเติมเชื้อเพลิง เนื่องจากเซลล์เชื้อเพลิงต้องใช้พลังงานจากแก๊สไฮโดรเจน จำเป็นต้องลงทุนไม่ต่ำกว่า 20 ล้านบาท

4. เป็นสนิมง่าย เนื่องจากเซลล์เชื้อเพลิงบางชนิดต้องใช้อุณหภูมิสูงทำให้เกิดสนิมได้ง่าย

5. การเปลี่ยนแปลงที่ไม่พึงประสงค์หลายอย่างเกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าและตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น เกิดการปนเปื้อนจากสารอื่น ซึ่งในขณะนี้ยังไม่มีขั้วไฟฟ้าชนิดใดที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสำหรับการทำงานเป็นเวลานาน ๆ โดยไม่มีการปนเปื้อนจากสารอื่น

6. เกิดการรั่วได้ เซลล์เชื้อเพลิงเกิดการรั่วได้ง่ายเพราะสารที่ใช้เป็นเบสแก่

เอกสารอ้างอิง

พลังงานไฮโดรเจน เชื้อเพลิงไฮโดรเจน

http://www.theenergy.biz/Hydrogen1.html

เซลล์เชื้อเพลิงกับการนำไปใช้งาน โดย ธนารัฐ สิงหา

http://teenet.cmu.ac.th/emac/journal/2002/16/05.php

เซลล์เชื้อเพลิง พลังงานสะอาดแห่งอนาคต

http://www.ku.ac.th/e-magazine/sep51/agri/agri4.htm