

ASPECTOS DESTACADOS DE LOS MECANISMOS DE DEGRADACIÓN ACELERADA EN LAS CELDAS DE COMBUSTIBLE DE ELECTROLITO POLIMÉRICO

PROBLEMA

Las celdas de combustible de electrolito polimérico son dispositivos electroquímicos que utilizan hidrógeno y aire para generar electricidad. El diseño permite que puedan funcionar de entre 3 000 a 80 000 horas en diversas aplicaciones siendo períodos de uso demasiado extensos para evaluar las variables que afectan su rendimiento.

OBJETIVO GENERAL

Realizar un levantamiento de información referente a los métodos de degradación acelerada, así como la forma que estos procesos influyen dentro de cada uno de los componentes que estructuran internamente a una celda de combustible de electrolito polimérico.

PROPUESTA

Los métodos de degradación acelerada van de la mano con el estudio de las principales capas de la celda de combustible las cuales de forma muy concisa se pueden mencionar a la membrana, capa catalizadora, capa difusora de gases y las placas bipolares.

Cada una de las capas en mención presentan factores, defectos y signos de degradación, los cuáles se presentan en la tabla adjunta. Los puntos de cada categoría también muestran el grado de impacto que se tendría en el desempeño general y final de la celda de combustible.

Paralelamente se pueden visualizar además ciertas pruebas que se realizaron a las capas de la celda de combustible. En cada prueba se evalúan las condiciones de operación que son reguladas por el Departamento de Energía en Estados Unidos, así como los principales hallazgos dentro de la investigación. La información recolectada permite realizar un análisis y resumen de cómo incide tanto de forma teórica como práctica los métodos de degradación acelerada en las celdas de combustible.

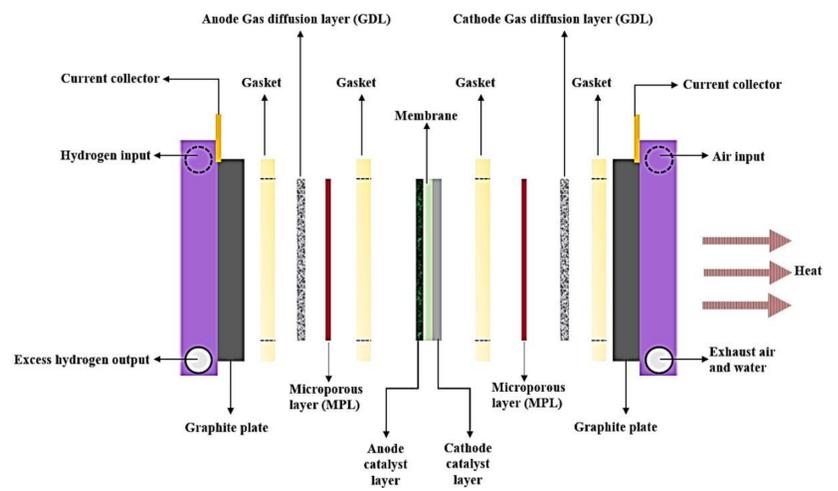
RESULTADOS

Los mecanismos de degradación mecánicos y electroquímicos son los que mayor prevalencia y presencia muestran dentro de los métodos estandarizados. Métodos los cuales en su gran mayoría se han utilizado formas cíclicas de voltaje, temperatura, humedad relativa; así como métodos de arranque y parada hasta llegar finalmente a métodos de congelamiento y descongelamiento.

Se tiene reporte que los métodos de degradación acelerada provocan en las capas efectos de estrés mecánico, térmico y electroquímico, los cuales ocasionan grietas, perforaciones, delaminación, reducción de área activa, pérdida de eficiencia en las interfases hasta llegar incluso a la corrosión. Los efectos de degradación se pueden evidenciar realizando un análisis de los materiales que son parte de cada capa de la celda de combustible.

CONCLUSIONES

- La membrana, las capas catalizadoras y las capas difusoras de gases son los elementos que tienen mayor impacto o índice de degradación, no así con las placas bipolares que únicamente están expuestas a fenómenos de corrosión.
- Las pruebas de degradación tienen estandarización por el Departamento de Energía de los Estados Unidos, lo que hace que las pruebas se puedan replicar en diversas partes del mundo cambiando ciertas propiedades de las celdas de combustible.



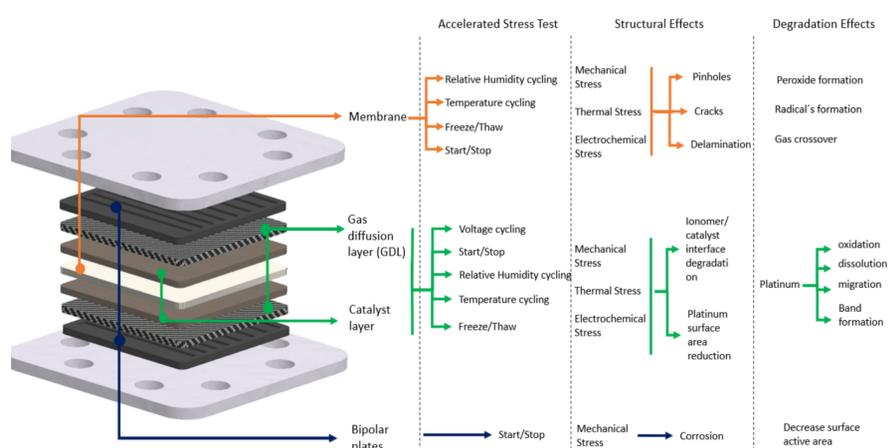
Partes de una celda de combustible de electrolito polimérico

Factores, defectos y degradación de la estructura de la celda de combustible

Structure	Factors	Defects	Aging effects
Membrane	Mechanical Thermal Electrochemical	Perforations Cracks Tears Pinholes	Crossover of reactant gases Decrease in protonic conductivity
Catalyst layer	Mechanical Electrochemical	Sintering of Pt on the carbon support. Dissolution of Pt into the electrolyte Corrosion of the carbon support	Decrease in conductivity Decrease mass transport Loss in the activation
Gas diffusion layer	Mechanical Thermal	Loss of hydrophobicity Weight loss Oxidation of the carbon	Chemical attack Decrease in GDL conductivity
Bipolar plates	Mechanical Electrochemical	Corrosion	Electrical resistance

Degradación acelerada y condiciones de operación de pruebas de celdas de combustible

Accelerated Stress Test	Operating conditions	Research findings
Relative humidity cycling	OCV RHC 90°C H ₂ /air (anode/cathode) 2 min dry/2min 92°C dew point	Increases MEA thinning rate by over two orders of magnitude compared to experimental field tests.
Wet Drive Cycle	Current cycling from 0.02 A/cm ² to 1.2 A/cm ² for 30 s each at a cell temperature of 80°C with anode and cathode dew points at 83°C	After 1000 hrs., a 50% decrease in CCL thickness
Ex-situ test	Water and hydrogen peroxide (30%) for 1000 and 24 hrs., respectively. Fuel cell performance was evaluated at 60 and 100% RH at 70°C. Air and O ₂ as oxidants	VULCAN carbon-based GDL loss of performance by 20% after 50 h for air. PUREBLACK carbon-based GDL loss of performance by 12% after 50 hrs.
Carbon corrosion	Voltage swept between 1 and 1.5V. Temperatures of 80°C under fully humidified H ₂ /N ₂ . Gas flow rate 0.25/0.25 slpm.	During the first 1000 cycles, loss of polarization between 100 and 500 cycles
Relative humidity cycling	OCV RHC 90°C H ₂ /air (anode/cathode) 2 min dry/2min 92°C dew point	Increases MEA thinning rate by over two orders of magnitude compared to experimental field tests.



Resumen de los métodos de degradación acelerado y los efectos de degradación

- Se ha trabajado como eje transversal a las estrategias de mitigación para que con la información levantada se pueda mejorar el desempeño a largo plazo de las celdas de combustible
- El estudio de la degradación de las celdas ha llevado a que se preste una especial atención a esta tecnología debido a que se busca aumentar el ciclo y tiempo de vida de este producto para hacerlo comercialmente atractivo para el sector industrial.