

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

TECNOLOGÍA DEL HIDRÓGENO
COMPENDIO DE TRABAJOS

QUÍMICA INORGÁNICA
BIOLOGÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA
SAN LORENZO, PARAGUAY

-2010-

Compendio de trabajos sobre la tecnología del Hidrógeno realizado por alumnos del primer nivel de las cátedras de Química Inorgánica y Biología del primer nivel de las carreras de Bioquímica, Farmacia, Química Industrial y Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Asunción.

- Producción del Hidrógeno.
- Celdas a combustibles.
- Almacenamiento del Hidrógeno.
- Economía del Hidrógeno.

Coordinación: BC. Gustavo Arturo Riveros Godoy, M.Sc.

PRÓLOGO

Este material es un compendio de los trabajos elaborados por alumnos de las cátedras de Química Inorgánica y Biología del primer nivel de las carreras de Bioquímica, Farmacia, Química Industrial y Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Asunción.

Es el primer trabajo relacionado a la tecnología del Hidrógeno llevado a cabo por alumnos de grado de esta casa de estudio y en el cual cada grupo abordó temas específicos sobre dicho asunto. También se presenta como una oportunidad de transmitir los conocimientos adquiridos en el Laboratorio de Hidrógeno y en el Curso Multidisciplinar de Planificación Energética de la Universidad Estadual de Campinas, Brasil llevado a cabo en el marco del convenio ITAIPU Binacional – FCQ sobre Uso del Hidrógeno.

El principal objetivo de esta iniciativa fue la de buscar integrar los conocimientos de las asignaturas envueltas en el proceso y con esto permitir una formación integral de los alumnos, posibilitando el aprendizaje sobre una tecnología promisoriosa y de gran auge en los últimos tiempos como lo es la tecnología del hidrógeno.

Este trabajo fue posible llevarlo a cabo en forma conjunta entre las cátedras mencionadas gracias a la apertura y a la visión integradora de los docentes de ambas asignaturas. El equipo de trabajo estuvo compuesto por:

Prof. Dra. María Amalia Garcete de Lequizamón

Prof. Dr. Celso Obdulio Mora

BC. Gustavo Arturo Riveros Godoy, MSc.

BC. Nelson Trinidad Portillo Borja

De esta forma, este compendio se establece como la primera producción académica de los estudiantes del primer nivel de las carreras mencionadas al inicio y también posiciona a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Asunción como la pionera y referente en el país en los temas relacionados a la tecnología del Hidrógeno.

El desarrollo de este trabajo cumple con las funciones definidas en los tres ejes de la Universidad:

-docencia, por ser una iniciativa llevada a cabo como parte del desarrollo programático de cátedra;

-investigación, por la concepción de la iniciativa, que busco desarrollar en los alumnos el interés por la investigación, en este caso de forma documental;

–extensión, porque el trabajo se convierte en un material de referencia en el tema abordado, quedando a disposición tanto para alumnos de la Universidad Nacional de Asunción, como también para usuarios externos.

También es relevante indicar que este trabajo se elaboro buscando desarrollar capacidades genéricas definidas en el Proyecto Tuning-Europa, América Latina tales como: capacidad de abstracción, análisis y síntesis; capacidad para organizar y planificar el tiempo; capacidad de comunicación oral y escrita; capacidad de investigación; capacidad de aprender y actualizarse permanentemente; habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas; capacidad crítica y autocrítica, capacidad para actuar en nuevas situaciones; capacidad de trabajo en equipo; habilidades interpersonales, compromiso con la preservación del medio ambiente; compromiso con el medio socio-cultural; compromiso ético.

El trabajo está organizado en cuatro partes, la primera se refiere a la producción del hidrógeno, tanto por medios convencionales como también aprovechando organismos vivos. La segunda parte trata del uso de celdas a combustibles. La tercera corresponde al almacenamiento del hidrógeno y la última parte trata sobre la economía del hidrógeno.

Noviembre, 2010

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento muy especial al decano de la institución, Prof. Dr. Andrés Amarilla, por su apoyo constante a iniciativas de este tipo, que al final redundan en la formación de nuestros queridos alumnos, que son la razón de nuestra casa de estudio.

También mi agradecimiento a la Prof. Dra. María Amalia Garcete de Leguizamón por brindar el espacio dentro de su cátedra, su supervisión constante durante el desarrollo de esta iniciativa y por ser un ejemplo de entusiasmo a seguir.

Al colega, BC. Nelson Portillo, por la colaboración y la administración de la plataforma virtual utilizada como canal de comunicación con los alumnos.

Al Prof. Dr. Celso Mora, por considerar relevante el trabajo realizado en pro de la formación de los alumnos de la cátedra de Biología.

*BC. Gustavo A. Riveros Godoy, M.Sc.
Master en Planificación Energética, Laboratorio de
Hidrógeno, Universidad Estadual de Campinas, Brasil*

*El mundo es un lugar peligroso. No por causa de los que hacen
el mal, sino por aquellos que no hacen nada por evitarlo.*

Albert Einstein

TABLA DE CONTENIDO

INFORMACIONES TÉCNICAS DEL HIDRÓGENO	9
ELECTRÓLISIS A ALTA TEMPERATURA DIFERENCIA CON LA ELECTRÓLISIS CONVENCIONAL. VENTAJAS Y DESVENTAJAS. FUENTES DE ENERGÍA QUE PUEDEN SER APROVECHADAS. IMPACTOS.	10
PRODUCCION DE HIDROGENO: APROVECHAMIENTO DE ENERGIA SOLAR Y EOLICA. VENTAJAS Y DESVENTAJAS	14
PRODUCCION POR REFORMA DE ETANOL.....	17
PRODUCCIÓN BIOLÓGICA DEL HIDRÓGENO: PRINCIPALES FUENTES. AVANCES EN LOS ULTIMOS AÑOS. PERSPECTIVAS.....	21
BIOPRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO: UTILIZACIÓN DE MICROALGAS. VENTAJAS Y DESVENTAJAS.	25
PRODUCCIÓN BIOLÓGICA DE HIDRÓGENO A TRAVÉS DE CIANOBACTERIAS: VENTAJAS Y DESVENTAJAS.	29
PRODUCCIÓN BIOLÓGICA DEL HIDROGENO: FOTOFERMENTACIÓN Y FERMENTACIÓN OSCURA. DIFERENCIA. PRINCIPALES VARIABLES.	33
CELDA DE COMBUSTIBLE: POTENCIALES APLICACIONES Y BENEFICIOS AMBIENTALES.....	37
CELDA DE COMBUSTIBLE DE INTERCAMBIO PROTÓNICO: PERSPECTIVAS - POTENCIALES – BENEFICIOS Y DESVENTAJAS	41
ASOCIACIÓN DE HIDRÓGENO / CELDAS A COMBUSTIBLE: DE METANOL DIRECTO	45
ASOCIACIÓN DE HIDRÓGENO / CELDAS A COMBUSTIBLE: CATALIZADORES. AVANCES EN LOS ÚLTIMOS AÑOS. PERSPECTIVAS.....	50
HIDROGENO / CELDAS A COMBUSTIBLE: USO DE METALES NOBLES COMO CATALIZADORES. IMPLICANCIA DEL USO MASIVO	54
AMACENAMIENTO DE HIDROGENO: VENTAJAS. DESVENTAJAS. PERSPECTIVA.....	58
ALMACENAMIENTO DE HIDROGENO EN CILINDROS A ALTA PRESIÓN.....	61
ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO EN HIDRUROS METALICOS: VENTAJAS Y DESVENTAJAS	65
ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO EN NANOESTRUCTURAS: PRINCIPALES METALES UTILIZADOS. IMPACTOS BIOLÓGICOS, AL AMBIENTE Y A LA SALUD.....	69
ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO: PRESIÓN SOBRE EL MEDIO AMBIENTE POR EXTRACCIÓN DE METALES.	73

LA ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO: DISMINUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN CENTROS URBANOS, IMPACTOS EN LA SALUD HUMANA..... 77

INFORMACIONES TÉCNICAS DEL HIDRÓGENO

<i>Símbolo Químico</i>	H	
<i>Color</i>	Incoloro	
<i>Olor</i>	Inodoro	
<i>Estado físico en condiciones normales</i>	Gas biatómico	
<i>Temperatura de autoignición</i>	584°C	
<i>Punto de fusión</i>	-259,14°C	
<i>Punto de vaporización</i>	-251,87°C	
<i>Coefficiente de difusión</i>	0,61 cm ² /s	
<i>Poder calorífico inferior *</i>	3kWh/m ³ 2,36 kWh/L 33,33 kWh/kg	10,8 MJ/m ³ 8,49 MJ/L 122 MJ/kg
<i>Densidad (0°C y 1 bar)</i>	0,0899 kg/m ³	70,79 kg/m ³ (líq.)

* En condiciones normales de Presión y Temperatura, 1 atm y 0°C

ELECTRÓLISIS A ALTA TEMPERATURA DIFERENCIA CON LA ELECTRÓLISIS CONVENCIONAL. VENTAJAS Y DESVENTAJAS. FUENTES DE ENERGÍA QUE PUEDEN SER APROVECHADAS. IMPACTOS.

Rojas, María Emilia; Romero, Laura; Sarubbi, Paola; Toledo, Chris; Yuruhán, María Belén

RESUMEN

Para que la economía del hidrógeno pueda ser una realidad es preciso que el hidrógeno, que no es una fuente energética, se pueda producir a partir de recursos autóctonos, a bajo costo y de manera respetuosa con el ambiente. El hidrógeno no es un recurso energético por lo que es conveniente producirlo a través de otras fuentes de energía primaria. Es por ello que aparece como alternativa, su producción a través de la electrólisis a alta temperatura disponiendo para ello una fuente térmica de elevada temperatura como la energía solar, teniendo en cuenta las ventajas y desventajas en su utilización y las posibles búsquedas de alternativas energéticas para su desarrollo.

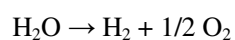
INTRODUCCIÓN

El hidrógeno es el elemento más abundante en el universo, sin embargo, en la Tierra raramente se encuentra en estado libre. A diferencia del carbón, el petróleo o el gas, el hidrógeno no es un recurso natural, no se puede obtener de la naturaleza por trabajos de minería o extracción como en el caso de los recursos fósiles en general. El gran atractivo del hidrógeno consiste en que ofrece, a largo plazo, un escenario de ciclo energético cerrado y limpio. Se trata de tomar agua de la naturaleza, separarla en sus componentes (oxígeno e hidrógeno) mediante la electricidad de origen renovable.

La electrólisis del agua supone un 4 % de la producción actual de hidrógeno. El hidrógeno puede obtenerse a partir del agua, rompiendo sus moléculas por acción de la electricidad (electrólisis) utilizando la energía solar en electrólisis a alta temperatura. Sin embargo es posible la aplicación de paneles fotovoltaicos para la electrólisis a bajas temperaturas, aunque esto implique un alto costo de producción, se establecen nuevas formas para la economía de obtención del hidrógeno.

ELECTRÓLISIS

La electrólisis consiste en la ruptura de la molécula de agua por acción de una corriente eléctrica. Cuando ocurre en condiciones ambiente (25°C y 1 atm) se trata de un proceso simple.

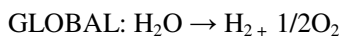
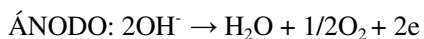
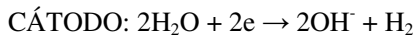


Existen dos formas de realizar la electrólisis:

- ✓ **Electrólisis a baja temperatura:** El consumo eléctrico es muy elevado, del orden de la energía contenida en el hidrógeno producidos. Si ese hidrógeno se emplea para producir electricidad mediante una pila de combustible con un rendimiento menor del 60% resulta un balance energético deficitario en electricidad. Este procedimiento, por tanto, sólo se justifica para obtener hidrógeno “in situ” en pequeñas cantidades y en ausencia de otro tipo de suministros. Otra alternativa puede ser la integración con energías renovables (principalmente eólica) en la que se busque una forma de almacenar el potencial eólico excedentario. La temperatura de operación realmente no es 25°C siendo su rango entre 50°C hasta 80°C en electrolizadores alcalinos o de membrana de intercambio protónico.
- ✓ **Electrólisis de alta temperatura:** El consumo de electricidad, siendo alto, comienza a resultar aceptable. Para esta operación se precisa disponer de vapor de agua y de una fuente térmica de elevada temperatura, que puede ser energía solar concentrada o energía nuclear de reactores avanzados, como se explicará más adelante. Los electrolizadores también han de ser modificados, pasando a ser de óxidos sólidos, para que pueda resistir las altas temperaturas.

PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO A ALTA TEMPERATURA DEL VAPOR DE AGUA

La electrólisis del agua es una tecnología conocida, en la que se lleva investigando muchos años. De forma teórica se puede afirmar que la electrólisis del agua se produce cuando se hace pasar una corriente eléctrica entre dos electrodos sumergidos en un electrolito:



El proceso de electrólisis puede ocurrir tanto a temperatura ambiente como a temperaturas elevadas, en cuyo caso, en lugar de agua, lo que se tiene es vapor.

EFICIENCIA

La electrólisis de alta temperatura es más eficiente económicamente que la tradicional a temperatura ambiente de la electrólisis, ya parte de la energía se suministra en forma de calor, que es más barato que la electricidad, y debido a la reacción de electrólisis es más eficiente a altas temperaturas. De hecho, a 2500 ° C, de entrada eléctrica es innecesario porque el agua se descompone en hidrógeno y oxígeno a través de termólisis. Estas temperaturas no son prácticas, propone sistemas de HTE operar entre 100 ° C y 850 ° C.

La mejora de la eficiencia de la electrólisis de alta temperatura se aprecia mejor si se asume la electricidad utilizada proviene de un motor térmico, a continuación, teniendo en cuenta la cantidad de energía térmica necesaria para producir un kg de hidrógeno (141,86 megajulios), tanto en el proceso

de HTE sí mismo y también en producción de la electricidad utilizada. A 850 ° C, 225 megajulios se requieren (64% de eficiencia).

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA ELECTROLISIS A ALTA TEMPERATURA.

Ventajas:

- ✓ Cuando los niveles de energía solar o eólica son altos, el exceso de electricidad se puede utilizar para generar hidrógeno por medio de la electrólisis.
- ✓ La electrólisis a alta temperatura del vapor de agua, frente a la electrólisis a temperatura ambiente presenta la ventaja de requerir una entrada de energía eléctrica menor.
- ✓ La tasa de conversión del agua asciende a un 45 ó 50 por ciento a alta temperatura en comparación con el 30 por ciento, aproximadamente, en una electrólisis convencional.

Desventajas:

- ✓ Es considerada ineficiente, pues requiere dos conversiones: producir electricidad a por una parte y por la otra el calor necesario.
- ✓ La tecnología de producción del hidrógeno a pequeña escala necesita desarrollarse más para ampliar su valor económico y seguridad.
- ✓ Procesos basados en energías renovables o energía nuclear no se encuentran suficientemente desarrollados y a nivel industrial su costo es aún elevado.

FUENTES DE ENERGÍA

ENERGÍA NUCLEAR

Para que la aplicación de la energía nuclear a la producción de hidrógeno sea rentable ésta debe hacerse sobre procesos que requieran alta temperatura (electrólisis de alta temperatura y ciclos termoquímicos), de forma similar a la energía solar concentrada. En este contexto la energía nuclear jugaría un importante papel en la producción centralizada de hidrógeno sin emisiones de CO₂. Otra ventaja adicional es que, al igual que ocurre en la producción de hidrógeno a través de la gasificación de carbón integrada en ciclo combinado, la producción de hidrógeno se puede realizar de forma simultánea con la de electricidad, siendo posible desplazar la planta hacia el producto deseado en función de las demandas del mercado.

ENERGÍA SOLAR

La energía solar puede ser aprovechada de forma inmediata mediante electrólisis fotovoltaica, si bien no es la tecnología más adecuada salvo para aplicaciones aisladas. La solar térmica de concentración comparte con la nuclear los procedimientos para producir hidrogeno, y la principal diferencia son los costos previstos de producción, menores en el caso nuclear. Así, la energía solar puede recurrir a la termólisis del agua mediante ciclos termoquímicos y óxidos metálicos, a electrólisis de alta temperatura y a descarbonización de combustibles fósiles, caso para el que requiere captura de CO₂.

En cuanto a las tecnologías masivas de producción de hidrógeno por energía solar, todas pasan por la energía solar de alta temperatura que se puede obtener de las centrales de torre o de discos parabólicos capaces de obtener las elevadas temperaturas necesarias para los diferentes procesos.

IMPACTOS

La economía del hidrógeno proporciona múltiples beneficios, incluyendo aire limpio e independencia energética. Sin embargo el beneficio más importante es la estabilización del clima mundial. El hidrógeno es el medio más ventajoso reducir considerablemente (80%-90%) las emisiones de CO₂ a los niveles necesarios para no poner en riesgo la estabilidad climática. Esto hace que la conversión al hidrógeno sea una necesidad urgente. A largo plazo, el hidrógeno permitiría que la energía solar, eólica y nuclear reemplace a la energía fósil usada tanto en la generación de electricidad como para la transportación, aprovechando eficientemente las variaciones naturales en la potencia generada en sistemas de energía solar o eólica.

CONCLUSIÓN

Para que el hidrogeno pueda convertirse en la principal fuente de energía, reemplazando a los hidrocarburos, se deben superar varios obstáculos, tanto económicos, técnicos y medioambientales; lo que implica un producción a bajo costo sin contaminar el medio ambiente. Una alternativa viable para la producción del hidrogeno seria a través de la electrolisis del agua, cuyo proceso presente un alto rendimiento.

Con esta perspectiva, parece prudente que, aun intensificando las investigaciones para sustituir las fuentes de suministro tradicionales, objetivamente presentan muchas propiedades favorables para que la sociedad tenga presente que “el ahorro energético continuará siendo, por mucho tiempo, la mejor energía alternativa”.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ El hidrogeno no combustible. Métodos de obtención y aplicación a la generación de electricidad. Disponible en: www.oni.escuelas.edu.ar/2006/GCBA/1233/html/media/hidrogenocombustible.pdf Consultado en: 29/10/10.
- ✓ Ortega Valencia Enrique, Lcouteure François Juan Luis. Producción de hidrogeno mediante energía nuclear, en escenario sostenible n México. Disponible en: www.las-ans.org.br/Papers/2007/pdfs/Paper052.pdf Consultado en: 29/10/10.
- ✓ Linares, José Ignacio; Moratilla, Beatriz. El hidrógeno y la energía. Madrid-España. (sin año) 185 Pág. Disponible en: www.foronuclear.org. Consultado en: 29/10/10.
- ✓ Producción electrolítica de hidrogeno. Disponible en: www.inteligenciaartificial.cl/ciencia/quimica/produccion_hidrogeno.htm Consultado en: 29/10/10.

PRODUCCION DE HIDROGENO: APROVECHAMIENTO DE ENERGIA SOLAR Y EOLICA. VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Samaniego, Jeny; Reyes, Guadalupe; Rojas, Aida; Rojas, Rosa; Rovira, Gabriela

RESUMEN

Uno de los escenarios que se consideran para sustituir al petróleo, antes de su extinción definitiva es el hidrógeno. No es una fuente primaria de energía, se trata de un “transportador de energía”, en otras palabras es un vector energético. Una alternativa para la producción de hidrógeno es el aprovechamiento de energías renovables y no contaminantes, como la energía eólica y la energía solar, que es el tema tratado en este trabajo.

INTRODUCCION

El impacto producido por el hidrógeno ha sido trascendental en los últimos años, ya que se ha convertido en el camino más sensato para conseguir un futuro energético sostenible.

Las energías renovables son las más favorecidas en estos aspectos ya que generan impactos menos contaminantes en el ambiente. Y el hidrógeno es el medio que permite la asociación de estas formas de energía y la generación de un vector energético, almacenable.

La energía solar es una de ellas y presenta una ventaja de producir hidrógeno en zonas de abundante radiación solar. Para ello existen métodos que denotan aspectos en los que la producción se acelera independientemente de cuales sean los procesos más efectivos.

Estos métodos de obtención del hidrógeno mediante energías renovables, aún están en estudio e investigación, pues se desea mejorar muchos aspectos, los principales son: aminorar los costos que conllevan las instalaciones para estos procesos, y reducir el consumo de energía ya que se gasta más energía de la que se obtiene.

Lo más resaltante de esta forma de obtención, es que son energías muy poco contaminantes en comparación a la contaminación que producen los combustibles a base de hidrocarburos.

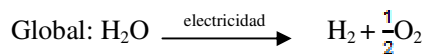
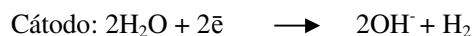
LA OBTENCION DE HIDROGENO A PARTIR DE LA ENERGIA EOLICA

Esta forma de energía se asocia con el proceso de la electrolisis a baja temperatura. La ventaja es que puede convertirse en un sistema autónomo explotable en cualquier época del año

HIDROGENO PRODUCIDO A PARTIR DE ENERGIA SOLAR

PRODUCCION ELECTROQUIMICA

La electrólisis a alta temperatura presenta la ventaja de requerir una entrada de energía eléctrica menor



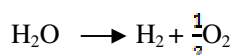
La desventaja es que se puede recombinar el hidrógeno y el oxígeno. Y la intensidad luminosa del sol no es constante.

PRODUCCION TERMOQUIMICA

Los reactores termoquímicos para producir hidrógeno utilizan normalmente receptores tipo cavidad, en los que la radiación solar concentrada entra por una pequeña apertura y sufre reflexiones múltiples antes de ser absorbida. Cuanto mayor es la razón de concentración, mayor es la temperatura que se alcanza en el receptor, pero también es mayor el costo de la instalación solar.

HIDROGENO A PARTIR DE AGUA POR TERMOLISIS SOLAR

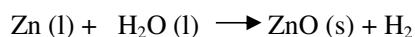
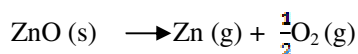
La termólisis del agua es una reacción de disociación que ocurre en un único paso:



Aunque está reacción es aparentemente muy sencilla, presenta dos graves inconvenientes que dificultan su desarrollo. Por un lado, las elevadas temperaturas que se precisan para conseguir un grado de disociación razonable (superiores a 2500K), dan lugar a problemas de materiales y a un aumento de las pérdidas por re-radiación, disminuyendo la eficiencia de absorción. Por otro, la necesidad de una técnica efectiva de separación del hidrógeno y el oxígeno, para evitar una mezcla explosiva. Estos dos inconvenientes son la causa de que no exista de momento ninguna planta piloto en la que se realice la descomposición directa del agua.

HIDROGENO A PARTIR DE AGUA MEDIANTE CICLOS TERMOQUIMICOS SOLARES

El primer paso, endotérmico, es la reducción, mediante energía solar, del óxido metálico. El segundo paso, que no requiere de energía solar, es la hidrólisis exotérmica del agua, acompañada de la oxidación del metal, para formar el hidrógeno y el correspondiente óxido metálico.



CONCLUSION

La obtención de hidrogeno solar se divide en 3 grandes grupos que son producción fotoquímica, producción electroquímica y producción termoquímica.

La electrolisis a temperaturas elevadas puede producir hidrogeno con una potencia menor de energía eléctrica pero como desventaja es la necesidad de dispositivos especiales para concentrar dicha energía y conseguir alcanzar temperaturas elevadas.

La utilización de ciclos termoquímicos en la producción de hidrogeno no posee limitaciones de temperatura, aunque existen problemas constructivos y de materiales.

La producción de hidrógeno a partir de la energía eólica se realiza por electrolisis a baja temperatura.

La principal desventaja de la Energía Solar y la Energía Eolica es la intermitencia. La principal ventaja es la posibilidad de aprovechar este tipo de energía intermitente y poder almacenar en forma de hidrógeno.

BIBLIOGRAFÍA.

Hoffman G. N., Emilio. Hidrogênio, Evoluir sem poluir: a era do hidrogênio, das energias renováveis e das células a combustível. Curitiba, Brasil, 2005, 240 p.

Perl, Hugo – Hidrogeno el hijo del viento. Disponible en: <http://www.cienciahoy.org.ar/ln/hoy100/hidrogeno.htm>. Consultado el 19/10/2010

La energía eólica como posible solución a la producción de Hidrogeno. Disponible en: http://www.soitu.es/participacion/2008/07/23/u/ainhoavu_1216827359.html Consultado el 21/10/2010

Mª José Montes, A. Abánades, J.M.Martínez-Val.Produccion de Hidrogeno a partir de energía solar. Disponible es: <http://www.energiasostenible.net/DVD/H2solar.pdf>. Consultado el: 23/10/2010

PRODUCCION POR REFORMA DE ETANOL

Espínola, Jessica; Florentín, Alejandro; Gamarra, Librada; González, Víctor; González, Sandra.

RESUMEN

El presente trabajo trata de la producción de hidrógeno por reforma de etanol, los procesos consistentes para poder obtener el hidrógeno, el ciclo por el que se atraviesa de modo a poder llegar a la conclusión deseada respecto a la utilización máxima de los reactivos sin dejar ningún excedente, el modo de obtener primeramente la materia prima para su posterior utilización y los usos generales por lo que generalmente se lo utiliza en las grandes industrias. También cabe mencionar la utilización masiva del hidrógeno como benefactor particular en la industria, en fuentes de trabajo entre otros. Se destacan las desventajas que posee este método en lo que a medio ambiente se refiera, es decir, los impactos ocasionados al medio ambiente al recurrir a todos los métodos necesarios para la obtención final del hidrógeno sobre los distintos medios naturales existentes, los desechos formados a partir de los procesos requeridos.

INTRODUCCION

Entre los diferentes procesos y materias primas propuestas la reforma de etanol es una opción para producir hidrógeno bastante interesante debido a que es una fuente segura de producir energía limpia.

El proceso de producción y purificación de hidrógeno “grado celda” por reformado de etanol con vapor requiere de tres reactores catalíticos de lecho fijo: el reformador que emplea catalizadores de Ni/Al, el convertidor de monóxido de carbono (WGS) que utiliza catalizadores de Cu/Zn y el reactor de oxidación preferencial que usa catalizadores de Cu/CeO₂.

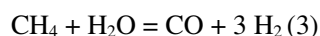
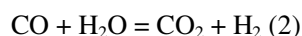
El diseño de los tres reactores implica la resolución de los balances de masa y energía que permite estimar el tamaño de cada uno para una dada producción. Se realiza además un análisis de sensibilidad paramétrica de variables y parámetros claves el cual ayuda a definir las condiciones óptimas de operación y detectar las dificultades operativas en cada reactor.

La reacción de reformado de etanol ha sido estudiada como una alternativa para la producción de H₂ empleando un catalizador de NiZnAl. El catalizador, conteniendo 25% en peso de Ni y una relación atómica Zn:Al \cong 0.6, preparado por el método del citrato y caracterizado por difracción de rayos X, superficie específica BET, termogravimetría y reducción térmica programada.

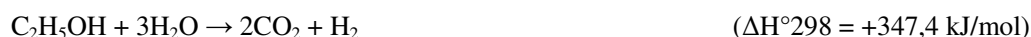
PRODUCCION DE HIDRÓGENO POR REFORMA DE ETANOL

El reformado húmedo de etanol, que consiste en hacer reaccionar agua y etanol en ciertas proporciones utilizando un catalizador para la obtención del hidrógeno.

La etapa de reformado puede ser modelada mediante las siguientes reacciones:



La reacción (1) es completa, mientras que las dos restantes alcanzan el equilibrio. Asimismo, la primera y la tercera son reacciones endotérmicas, y la segunda, conocida como *water gas shift reaction* (WGS) es exotérmica [6,7]. El sistema en su conjunto tiene un carácter endotérmico. En esta etapa ocurre esencialmente la producción de hidrógeno, por lo que debe optimizarse su operación. En el proceso global de reformado de etanol reacciona una molécula de dicho alcohol con tres moléculas de agua para la obtención de dos moléculas de dióxido de carbono y seis de hidrógeno, según la reacción:



MATERIA PRIMA

En la actualidad, la ruta preferida comercialmente para la producción de etanol es la hidratación de etileno, el cual es producido mediante craqueo térmico de naftas. Sin embargo, ante la necesidad de evitar el uso de derivados fósiles y la creciente demanda de etanol como combustible, se busca la posibilidad de producir bioetanol en elevadas cantidades a partir de la fermentación de carbohidratos de biomasa, tales como azúcares, almidón o celulosa, procedentes de caña de azúcar, cereales, residuos agrícolas o forestales e incluso basura orgánica urbana.

Este medio de obtención es interesante pues, tras la reacción para obtener hidrógeno, todo el CO₂ generado cierra el ciclo de carbono, pues es el mismo que los microorganismos necesitaron para fermentar los azúcares a alcoholes, de forma que, con cada tonelada de etanol utilizada en reemplazo de combustibles tradicionales la emisión de CO₂ disminuye 2,3 toneladas.

UTILIZACION MASIVA

Entre los beneficios de la utilización de etanol cabe destacar la reducción de la importación y dependencia del petróleo, las bajas emisiones de monóxido de carbono (en comparación con la gasolina), ser soporte para la agricultura de los países que lo producen y crear numerosas fuentes de trabajo, desde quienes cultivan la materia prima hasta los que distribuyen la nueva fuente energética.

A nivel mundial el etanol es usado principalmente como:

- Combustibles: ya sea para mezclar o reemplazar el petróleo y derivados. El 65,4% de producción mundial de etanol se usa como combustibles.
- Insumo en la industria procesadora: dado que el 21% de la producción mundial se destina a las industrias de cosméticos, farmacéutica, química, entre otras.
- Insumo en la elaboración de bebidas: que utiliza alrededor del 13% de la producción mundial

IMPACTO

Contaminación del aire: El etanol es una fuente de combustible que arde formando dióxido de carbono y agua, como la gasolina sin plomo convencional. Para cumplir la normativa de emisiones se requiere la adición de oxígeno para reducir emisiones del monóxido de carbono. El aditivo metil tert-butil éter actualmente se está eliminando debido a la contaminación del agua subterránea, por lo tanto el etanol se convierte en un atractivo aditivo alternativo. Como aditivo de la gasolina, el etanol al ser más volátil, se lleva consigo gasolina, lanzando así más compuestos orgánicos.

Contaminación del agua: Las vinazas constituyen un sub-producto de procesos de destilación y fermentación de azúcares provenientes de melazas de caña de azúcar, de azúcares obtenidos del agave y de granos en general. Cabe señalar que por cada litro de etanol producido a partir de melazas de caña, se generan 13 litros de vinazas, que contienen una carga orgánica altísima, compuestos tóxicos y recalcitrantes, como las melanoidinas e importantes cantidades de potasio.

CONCLUSION

Cada día va aumentando más la necesidad de energía de la población mundial, pero en contrapartida va agotándose cada día los suministros de combustibles fósiles, por lo cual hace ya un tiempo se viene buscando nuevas alternativas de energía para sustituir al crudo.

La producción de hidrógeno por reforma de etanol ha llamado la atención de varios grupos de científicos debido a que no solo es una fuente alternativa de hidrógeno, sino también por el hecho de que el etanol se trata de una materia prima de naturaleza renovable, abundante en la región y que operaría en un ciclo cerrado para el dióxido de carbono, por lo tanto sería una producción limpia de hidrógeno.

En los últimos años se están estudiando diferentes soluciones para producir hidrógeno y una vía prometedora parece el reformado con vapor de etanol. La peculiaridad del etanol es la posibilidad de ser producido por vía biológica así que nos permitiría cerrar el ciclo de CO₂, es decir, el CO₂ que se emite en el proceso de reformado es equivalente al CO₂ consumido por la biomasa para mantener así invariado el nivel de este gas en la atmósfera

Nos consideramos afortunados al conocer parte de este gran avance científico, esta transición que debe y necesita darse para continuar una nueva era, la era del hidrógeno.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Vizcaíno Madrideo, Arturo. Producción de Hidrógeno por reformado de etanol con vapor empleando catalizadores de Cu-Ni soportados. Tesis Doctoral. Universidad Rey Juan Carlos.
- Vargas, Julio César; Roger, Anne-Cécile; Kiennemann Alain. Reformado de etanol para la producción de hidrógeno: Estudio de catalizadores de óxidos mixtos.
- Giunta, Pablo; Mosquera, Carlos; Laborde, Miguel. Integración energética de un ciclo de producción y purificación de hidrógeno a partir de etanol para una celda de combustible tipo PEM. Facultad de Ingeniería UBA, Laboratorio de procesos catalíticos.

PRODUCCIÓN BIOLÓGICA DEL HIDRÓGENO: PRINCIPALES FUENTES. AVANCES EN LOS ÚLTIMOS AÑOS. PERSPECTIVAS.

Pizzurno, Johana; Rivaldi, Richard, Rodas, Elena; Samaniego, Cynthia; Sanabria, Daisy; Tileria, Gisela.

RESUMEN

En este trabajo son abordados tópicos relacionados con el método de obtención de hidrógeno a partir de sistemas biológicos. Se enfatiza en las fuentes a partir de las cuales es generado el gas y en el desarrollo histórico de las investigaciones que tratan sobre el tema en cuestión, abarcando los avances más actuales. Finalmente, son señaladas algunas perspectivas en el campo de las pesquisas científicas relacionadas con la bioproducción de hidrógeno.

INTRODUCCIÓN

No es posible prescindir del aporte de energía, ya que es vital para la prosperidad de la vida en la tierra y para el desarrollo de la humanidad. La mayor parte de la energía que se consume en el mundo proviene de los combustibles fósiles, los cuales son recursos no renovables y cuya explotación conlleva una gran cantidad de desechos contaminantes. Estas son las principales razones por las que se exploran nuevas fuentes sostenibles de energía que puedan sustituirlos.

El hidrógeno es ampliamente reconocido como un recurso energético limpio y eficiente del futuro. Tiene el más alto contenido de energía por unidad de peso que cualquier otro combustible conocido y es el único combustible común que no es químicamente unido a carbono. Por lo tanto, la quema de hidrógeno no contribuye al efecto invernadero, agotamiento del ozono y la lluvia ácida. Existen diversos métodos para la obtención del gas. Dentro de este contexto, la producción biológica de hidrógeno aparece como una alternativa prometedora a los métodos actuales y es objeto de programas de investigación.

PRINCIPALES FUENTES

La producción biológica de hidrógeno es un proceso llevado a cabo por microorganismos muy variados, desde procariotas a eucariotas y desde fotolitotrofos a quimioorganotrofos. Muchas bacterias incluyen entre sus capacidades metabólicas la de producción (y la del consumo) de hidrógeno.

En los microorganismos fotosintéticos son dos las enzimas implicadas en la producción de hidrógeno, la hidrogenasa (el alga *Scenedesmus* era capaz de producir hidrógeno como resultado de su metabolismo bajo determinadas circunstancias de cultivo) y la nitrogenasa (ruta preferente de

producción de hidrógeno por cianobacterias).

La reacción catalizada por la hidrogenasa tiene la forma: $H_2 \leftrightarrow 2H^+ + 2e^-$

La reacción catalizada por la nitrogenasa es: $N_2 + 8H^+ + 8e^- + 16ATP \rightarrow 2NH_3 + H_2 + 16ADP + 16Pi$

En los microorganismos no fotosintéticos son varias las rutas fermentativas utilizadas para la producción de hidrógeno.

Por otro lado, la actividad humana genera residuos, los cuales deben ser dispuestos y preferiblemente tratados con el fin de evitar la contaminación que puedan causar al medio ambiente. Debido a esto, se han desarrollado tecnologías y estrategias para su tratamiento y reutilización, dentro de las cuales se encuentran los procesos que involucran la digestión anaerobia. La mayor parte de los estudios realizados han tenido como protagonista a la bacteria *Clostridium butyricum*, aunque también se han utilizado otras como *Enterobacter aerogenes* y *Escherichia coli* e incluso actinomicetes como *Frankia*.

AVANCES EN LOS ULTIMOS AÑOS

2006 - Investigadores de la Universidad de Bielefeld y de la Universidad de Queensland cambian genéticamente la alga verde unicelular *Chlamydomonas reinhardtii* de forma que produce una cantidad especialmente grande de hidrógeno. A largo plazo, puede producir cinco veces el volumen de la forma natural de la misma alga y hasta 1.6-2.0 por ciento de eficiencia energética. También en el mismo año un trabajo no publicado de la Universidad de California en Berkeley (programa realizado por el *Midwest Research Institute*, en nombre del *NREL*) se habría superado el nivel de rentabilidad económica del 10% de eficiencia energética, al reducir las pilas de clorofila en los orgánulos fotosintéticos. En la Universidad de Karlsruhe, un prototipo de un biorreactor conteniendo 500-1,000 litros de cultivo de algas esta siendo desarrollado. El reactor será usado para probar la factibilidad económica del sistema en los próximos cinco años.

Un esfuerzo conjunto entre 'El Paso's Valcent Products' y la firma de energía alternativa canadiense, 'Global Green Solutions' se ha construido un laboratorio de \$3 Millones de dólares para desarrollar un sistema que permitirá a bajo costo, producción masiva de algas en prácticamente cualquier ubicación en el planeta. Las algas crecen en un circuito cerrado y producen más hidrógeno que en su estado natural. Mientras que las algas crecen bien en una zona abierta, el sistema Vertigro usa un invernadero lleno de bolsas de plástico altas y transparentes, suspendidas una junto a otra en filas para cultivar algas.

2007 - Anastasios Melis estudiando la eficiencia en la conversión energética de solar a química en mutaciones *tlal* de *Chlamydomonas reinhardtii*, logra un 15 % de eficiencia, demostrando que el

tamaño truncado de la antena Chl minimiza la dispersión de luz solar en células individuales. Este proceso de conversión energética podría ser complementado con la producción de una variedad de biocombustibles incluido el hidrógeno. En este mismo año se descubre que si se añade cobre, las algas cambian su producción de oxígeno a hidrógeno.

2010 - Investigadores de la Universidad de Oxford, en colaboración con la Universidad Humboldt de Berlín (HUB), presentaban recientemente en Alemania una pila de combustible que funciona con electrodos de grafito, en sustitución de los de platino, material éste último mucho más caro. El proceso es posible gracias a la presencia de unas enzimas llamadas hidrogenasa y lacasa (la baja especificidad de sustrato de ésta es de gran importancia para la degradación de diversas sustancias recalcitrantes que muestran similitudes estructurales con la lignina como son los PAH's, PCB's, DDT, colorantes azoicos, etc.) que catalizan los procesos electroquímicos necesarios para la producción de energía.

PERSPECTIVAS

Hay en marcha proyectos de investigación, en los que participan químicos, bioquímicos y microbiólogos, que estudian multitud de procesos en los que existe producción o consumo biológico de hidrógeno. Actualmente, los puntos débiles de los procesos biológicos de producción de hidrógeno son su baja viabilidad económica y la dificultad de producirlo a gran escala. Se necesita mejorar los catalizadores de reacción (proteínas del tipo hidrogenasa o nitrogenasa), de manera que aumenten las tasas naturales de producción de hidrógeno de los microorganismos que las contienen. Para ello han de ser investigados los aspectos bioquímicos y genéticos de la producción biológica de hidrógeno. Se requiere establecer condiciones de cultivo que permitan una producción estable de hidrógeno durante períodos prolongados de tiempo al tiempo que se mantiene control sobre la cantidad de biomasa en el reactor y su resistencia a virus y otras contaminaciones. Para ello es importante profundizar en el conocimiento de la fisiología y ecología de estos organismos. Se requieren diseños de reactores que permitan iluminación natural a gran escala y al mismo tiempo minimice posibles efectos fotoinhibitorios.

Algunas de las áreas investigadas con mayor énfasis al presente:

- ✓ **Materiales Bio-inspirada y Procesos:** La investigación fundamental en los mecanismos moleculares que subyacen a la producción biológica de hidrógeno es la clave esencial para nuestra capacidad de adaptación, explotar y ampliar lo que la naturaleza ha llevado a cabo para nuestras propias necesidades de energía renovables.
- ✓ **Catalizadores:** Una comprensión fundamental que se necesita de la química y mecanismo de la estructura de los complejos enzimáticos apoyar la generación de hidrógeno.
- ✓ **Sistema híbrido energético-biológico:** A medida que más se sabe acerca de la producción de hidrógeno biocatálisis, existe la posibilidad de que las enzimas críticas que se sintetizan y

empleado por los sistemas biológicos pueden ser cosechadas y se combinan con materiales sintéticos para la construcción, eficientes sistemas híbridos potentes que son escalables a instalaciones de producción de hidrógeno.

- ✓ Teoría, modelización y diseño de nanoestructuras: Tomando señales de estos procesos naturales diferentes, los enfoques computacionales pueden ser empleados para el rediseño racional de enzimas para mejorar la producción de hidrógeno, la reducción de la sensibilidad a los inhibidores, y la mejora de la estabilidad.

CONCLUSIÓN

No faltan incentivos para la búsqueda de la fácil manipulación y explotación de sistemas biológicos de producción de hidrógeno que a parte que pueden ser económicamente viables, sean renovables, sostenibles y limpios. Estos se encuentran en un grado incipiente de desarrollo y presentan una enorme complejidad. Sin embargo, los avances en este campo de investigación han sido continuos y muy significativos, dejando abierta posibilidades muy interesantes en la actualidad. Desde un punto de vista estrictamente económico, es difícil que en los próximos años el hidrógeno producido biológicamente sea competitivo frente al sintetizado químicamente. Y es pronto para afirmar que pueda servir como sustituto de combustibles contaminantes como los fósiles. Pero el camino está trazado y las posibilidades lucen cada vez menos lejanas. La manipulación genética, el control de las condiciones físicas y químicas que rodean a los organismos productores, la integración de tecnología avanzada con conceptos de biología y química, son unos de los tantos proyectos que se presentan alentadores y más allá de un logro a nivel industrial, exhiben la consumación de un ideal que demuestra como disciplinas con distintas orientaciones pueden conjugarse y aportar cada una según sus posibilidades en la edificación de un futuro prometedor para la humanidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

-BEDOYA, Andrea; CASTRILLÓN, Juan; RAMÍREZ, Juan Estaban. Producción Biológica de Hidrogeno: Una Aproximación al Estado del Arte. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. 2008. 167p.

-RUBIO, Luis. Un lugar para la ciencia y la tecnología. 26/10/10. Disponible en: <http://www.madrimasd.org/informacionIdi/analisis/analisis/analisis.asp?id=37327>

-NISHIMURA, Yoshiki. News in Science. Boyce Thompson Institute. 26/10/10. Disponible en: http://ecosofia.org/2007/10/algas_la_energia_del_futuro.html

-RUIZ, José Manuel. Ventana de la ciencia. 21/10/10. Disponible en: <http://josemanuelruiz.wordpress.com/2010/07/29/granjas-de-hidrogeno/>

- DEHMER, Patricia M. DOE Hydrogen Program: Science. 18/10/10. Disponible en: <http://www.hydrogen.energy.gov/science.html>

BIOPRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO: UTILIZACIÓN DE MICROALGAS. VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

Acosta, Alina; Agüero, Talía; Aguilar, Nadia; Aguilera, Carmen; Alegre, Allison; Alvarenga, Diana.

RESUMEN

La bioproducción consiste obtener hidrógeno a partir de organismos vivos, ya sea en presencia de luz solar o por fermentación. Las algas verdes realizan un tipo específico de biofotólisis en un solo paso donde, primeramente, se debe incubar a las algas en la oscuridad y luego poner a acción de la luz. Logrando así separar el agua en hidrógeno y oxígeno por acción de la luz, gracias a enzimas presentes en las algas verdes, como la hidrogenasa. En la biofotólisis directa la producción de hidrógeno depende de la tolerancia de la hidrogenasa al oxígeno. Este proceso no es sostenible en el tiempo ya que el oxígeno inactiva a la enzima hidrogenasa. La biofotólisis tiene ventajas en el medio ambiente debido a que no produce gases de efecto invernadero y es potencialmente energético pero aún ofrece bastantes desventajas que se contraponen.

INTRODUCCIÓN

La producción biológica de hidrógeno se debe principalmente a la presencia en la célula de dos enzimas la hidrogenasa muy sensible al oxígeno y la nitrogenasa.

Las algas verdes y cianobacterias producen hidrogeno por biofotólisis directa o indirecta que ocurre en dos fases la fijación del dióxido de carbono y la generación de hidrogeno, también se produce por fermentación oscura donde están involucradas bacterias anaeróbicas.

La producción biológica de hidrogeno es un método de gran potencial pero su ritmo de producción es lento y necesita de grandes superficies.

1. UTILIZACIÓN DE MICROALGAS.

La bioproducción de hidrógeno es un tema de interés debido a que muchos problemas ambientales podrían ser evitados con esto. Una de las alternativas para su producción es la biofotólisis también llamada fotodisociación biológica del agua, realizada por microalgas fotoautótrofas y se refiere a la conversión de agua y energía solar (utilizada) a hidrógeno y oxígeno usando microorganismos. Las microalgas son microorganismos muy eficientes porque utilizan la luz solar para transformar compuestos inorgánicos en azúcares simples, y son las primeras intercambiadores de CO₂ y O₂ del planeta. La producción de hidrogeno por microalgas fotoautótrofas, se basa en la utilización de la energía solar para la biofotólisis del agua y la consecuente transferencia de electrones en una cadena transportadora de ellos ubicada en estructuras como los tilacoides, tanto para cianobacterias como para

microalgas. Esta reacción se produce a partir de dióxido de carbono y luz. Estas microalgas poseen en su membrana la maquinaria biosintética necesaria para realizar la serie de reacciones, estas proteínas de membrana y los compuestos que participan del transporte de electrones desde el agua hacia moléculas como la NADH y el H₂. Entre todas las enzimas se encuentran Fotosistema II (PSII), Complejo b6f, Fotosistema I (PSI), Ferredoxina (Fd) y la NADH reductasa, además de otros transportadores asociados.

Bajo condiciones anaerobias, se expresa la hidrogenasa que es la que se encarga de producir H₂, y se une a la ferredoxina, para catalizar la conversión de dos protones (2H⁺) a hidrógeno gaseoso (H₂). La transferencia de electrones bajo las condiciones descritas anteriormente, realiza la producción de hidrógeno mediante la enzima hidrogenasa, enzima reversible, la cual bajo ciertas condiciones anaerobias es capaz de reducir los protones a hidrogeno, oxidando ferredoxina en su estado reducido a su estado oxidado.

La producción de hidrógeno gaseoso requiere manipular la secuencia de reacciones bioquímicas, interactuando con la célula completa, sin modificarla, en alguna modalidad que obligue la aparición de gas hidrógeno que, de ser dejado al sistema natural, no sería producido en absoluto hacia el medio exterior a la célula.

Hay dos alternativas: En el primer proceso, la producción de oxígeno fotosintético, con la consecuente acumulación de carbohidratos, está separada de la producción de gas hidrógeno, tanto temporal como espacialmente. Este es un proceso de dos estados: el CO₂ es primero fijado a sustratos ricos en H₂-endogeno durante fotosíntesis oxigénica normal (estado 1), seguido por generación de hidrógeno molecular cuando las microalgas son incubadas en condiciones anaeróbicas (estado 2). Este enfoque requiere, por ende, de un sistema de cultivo y de otro sistema aparte para la generación de hidrógeno. La segunda aproximación está relacionada con la producción de oxígeno fotosintético y gas hidrógeno simultáneamente. En este caso los electrones son liberados de la oxidación del agua y son conducidos a la hidrogenasa sin estar mediado la fijación de CO₂ ni el almacenamiento de energía como metabolitos celulares. Este mecanismo en el proceso de generación de H₂ ha resultado superior al proceso de dos estados, ya que se han obtenido eficiencias de conversión de energía (luminosa a gas hidrógeno) de un 5 a un 10% (del orden de magnitud de la eficiencia de celdas fotovoltaicas. Sin embargo, este proceso "de un estado" tiene limitaciones principalmente por la inhibición de la hidrogenasa por el oxígeno que es producido por la disociación del agua por el PS II.

Se ha descrito que bajo ciertas condiciones de limitación de nutrientes, con un medio libre de azufre (como sulfato) y en condiciones anaerobias, algunas microalgas como *Chlamydomonas reinhardtii* son capaces de producir hidrogeno de manera sostenida en el tiempo.

Una alternativa para la producción consiste en el uso de fotobiorreactores tubulares planos, que operan en dos ciclos. Un ciclo en el cual hay crecimiento de las microalgas y /o recuperación de ellas, bajo condiciones aeróbicas y en presencia de CO₂ o NaHCO₃, el otro ciclo comprende la producción de H₂ bajo condiciones de operación anaeróbicas y en presencia de luz. Estos dos ciclos ocurren en el mismo fotobiorreactor. Existe además una etapa de concentración celular para obtener el óptimo de biomasa necesaria para la producción de hidrógeno deseada. Las conversiones dentro del fotobiorreactor serán:

Para el ciclo aeróbico y en presencia de CO₂: Generación de biomasa, acumulación de carbohidratos y proteínas, producción de O₂ y consumo de CO₂.

Para el ciclo anaeróbico: Utilización de la energía acumulada por las microalgas para la generación de hidrogeno vía hidrogenasa, Inhibición del fotosistema II debido a la ausencia de sulfato en el medio, transporte electrónico en presencia de luz debido a la activación del fotosistema I transferencia hacia la ferredoxina y luego a la hidrogenasa y producción de hidrogeno.

2. VENTAJAS

Los cultivos de microalgas en teoría son factibles de obtener sin un costo tan elevado.

Las microalgas son recursos renovables que tienen altas tasas de crecimiento y no son utilizadas para el consumo humano directo y son recursos con gran potencial.

3. DESVENTAJAS

El manejo del fotosistema de pigmentación y de la hidrogenasa, pues todo debe ser manipulado desde fuera de la célula y se necesitan de reactores que permitan absorción de luz y que al mismo tiempo impida el contacto con la atmosfera pues la presencia de oxígeno inhibe la actividad de la hidrogenasa y el hidrogeno gaseoso es en extremo volátil.

Se necesita modificar genéticamente a estas microalgas para obtener cepas con baja pigmentación, sin fotosistema y con hidrogenasa menos sensible al oxígeno.

La productividad es de bajo rendimiento y se necesita mucha superficie.

CONCLUSIÓN

En este trabajo de investigación se presentó el tema de uso de microalgas en la producción de hidrógeno a fin de comprender sus relaciones con la química y la biología.

Desde principios del siglo XIX, la comunidad científica ha reconocido al hidrógeno como una potencial fuente de energía. Pero al descubrirse final de la década de 1990 que si las algas (específicamente el tipo *Chlamydomonas reinhardtii* y *Chlamydomonas moewusii*) eran privadas de azufre dejarían de producir oxígeno mediante fotosíntesis, y producirían hidrógeno empezó un nuevo capítulo en la producción de hidrógeno.

En este sentido existen ventajas y desventajas que afectan tanto a la química como a la biología, por ejemplo a partir de lo investigado se puede resaltar que la obtención de hidrógeno a partir de esta materia prima resulta relativamente una manera más eficiente y barata.

Las ventajas que posee el hidrógeno como una fuente de energía, es el hecho de ser una materia prima prácticamente inagotable, su combustión no produce CO₂, sino vapor de agua.

Se puede concluir que al hidrógeno se lo puede considerar como un combustible estratégico para la generación de energía de forma limpia y sustentable que es de suma importancia ya que ayudaría a combatir uno de los mayores problemas a nivel mundial: La contaminación ambiental.

Se podría llamar al siglo XXI el siglo de la Revolución del Hidrógeno, ya que existen perspectivas en la generación, almacenamiento, distribución, proyectos demostrativos y aplicaciones del más sencillo de todos los elementos químicos pero al que se lo podría llamar el portador energético del siglo.

REFERENCIAS

- Rayner – Canham, Química Inorgánica Descriptiva, 2º Edición, Prentice Hall, 596 páginas.
- Sede web [Producción Biofotolítica de Hidrógeno] 5 pantallas. Orlando Jorquera C.; José Hernández P.; Leandro Herrera Z, Universidad de Chile. Fecha de consulta: 29/10/2010. Disponible en: <http://www.cienciaabierta.com.ch>. Fecha de actualización Julio 2010.
- Ghirardi, LM., Flynn, T., Forestier, M., and Seibert, M., Proceeding of the 1999 DOE Hydrogen Program Review, EE.UU, 1999, 570 páginas.
Sede web [Potencial de algas verdes para la producción fotobiológica de hidrógeno] 3 pantallas. Contreras Pérez, José Bernardino; Scott, José A.; Mendoza, Carmen Leticia; Espinal. Fecha de consulta 29/10/2010. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=87011545001>.

PRODUCCIÓN BIOLÓGICA DE HIDRÓGENO A TRAVÉS DE CIANOBACTERIAS: VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

Armoa Ortíz, Pablo Raúl; Arrúa, Karina Gisselle; Barrios Lezcano, Leticia Petrona; Barrios Villar, Luis Alberto; Baruja Riquelme, Lourdes Fabiana; Berdejo Figueredo, Lourdes Andrea.

RESUMEN.

La realización de un proceso tecnológico práctico para la producción de hidrógeno a partir de luz, agua, dióxido de carbono y algas (producción fotobiológica), será la mayor fuente biológica de energía renovable y sustentable, sin emisiones de gases con efecto invernadero (aunque el vapor de agua es un gas con efecto invernadero) ni contaminación medioambiental. Antes de poder cumplir esa meta, será necesario contestar un número importante de incógnitas relativas al desarrollo de reactores biológicos; de explotación a alta escala; de modificaciones genéticas para mejorar eficiencias (después de todo, las algas buscan su desarrollo mientras que para esta tecnología su desarrollo es totalmente innecesario) y de elicitación de los conocimientos científicos y empíricos pertinentes a la fotosíntesis en condiciones extrañas a la operación típica de estos microorganismos. Trata de bases bioquímicas y genéticas de un eventual proceso productivo, y el diseño conceptual de los complejos reactores necesarios para su explotación industrial.

INTRODUCCIÓN.

La producción de hidrógeno por biofotólisis, también citada como fotodisociación biológica del agua, se refiere a la conversión de agua y energía solar (utilizada) a hidrógeno y oxígeno usando microorganismos, comúnmente microalgas y /o cianobacterias. Si bien la producción biológica (o por microorganismos) de hidrógeno ha sido un campo de activa investigación tanto aplicada como básica por al menos dos décadas, su producción industrial se realiza o por hidrólisis eléctrica de agua, o por reacciones químicas desde gas metano (que se obtiene como combustible fósil, aunque su producción por microorganismos es muy común). Estas dos estequiometrías (la segunda es solamente global; pues, en realidad, se trata de dos reacciones secuenciales) corresponden a procesos existentes, y muy bien caracterizados y conocidos, de modo que se pueden obtener mayores detalles en el ámbito comercial. La producción biofotolítica, en cambio, dista mucho aún de expresarse comercialmente, pues requiere de un significativo avance científico (cómo ocurre) y tecnológico (cómo intervenir la maquinaria bioquímica).

PRODUCCIÓN BIOFOTOLÍTICA DE HIDRÓGENO.

La producción de hidrógeno por microalgas fotoautótrofas (se reproducen a sí mismas a partir de luz y

CO₂) se basa en la utilización de la energía solar para la fotodisociación del agua y la consecuente transferencia de electrones en una cadena transportadora de ellos ubicada en estructuras como los tilacoides, tanto para cianobacterias como para microalgas. En la membrana de estas estructuras está la maquinaria fotosintética. Esta "maquinaria" consiste de una serie de proteínas y compuestos que en último término transportan los electrones desde el agua hacia moléculas como NADH y el H₂. Las proteínas (enzimas) que se encuentran en el proceso fotosintético bajo condiciones aeróbicas son:

- Fotosistema II (PSII)
- Complejo b₆f
- Fotosistema I (PSI)
- Ferredoxina (Fd)
- NADH reductasa

Transportadores asociados como:

- Plastoquinona (PQ)
- Plastocianina (PC).
- Pigmentos: clorofilas a y b

Bajo condiciones anaerobias (sin oxígeno disuelto) se expresa la hidrogenasa (enzima que produce H₂) que se une a la ferredoxina, para catalizar la conversión de dos protones (2H⁺) a hidrógeno gaseoso (H₂).

La transferencia de electrones bajo las condiciones descritas anteriormente, realiza la producción de hidrógeno mediante la enzima hidrogenasa, enzima reversible, la cual bajo ciertas condiciones anaerobias es capaz de reducir los protones a hidrógeno, oxidando ferredoxina en su estado reducido a su estado oxidado.

En condiciones aeróbicas (con oxígeno disuelto en el medio de cultivo), parte del flujo de electrones es utilizado para generar "poder reductor" (expresado en la molécula NADH) que es utilizado por el microorganismo para fijar CO₂, con la consecuente producción de carbohidratos y biomasa. Simultáneamente, este transporte de electrones permite el flujo, a través de la membrana tilacoidal, de los protones que posteriormente son utilizados por una ATP-asa, generando ATP que será utilizado para posteriores transfosforilaciones.

El centro de reacción de la clorofila capta los fotones y genera una transferencia de energía al PSII. La energía de luz absorbida es liberada como un electrón desde el PSII a un aceptor (plastoquinona, PQ). Esta plastoquinona acepta un segundo electrón liberado por el PSII seguido de un segundo fotón de luz, y se agregan dos protones desde el estroma (PQH₂). El complejo que produce el oxígeno en el

PSII remueve los electrones del agua uno a la vez y los transfiere al PSII, restaurando el centro de reacción de la clorofila a un estado basal y generando oxígeno. Los protones resultantes de la disociación del agua quedan en el lumen contribuyendo a la fuerza protomotriz.

La PQH₂ difunde a través de la membrana hacia el citocromo b₆f, donde éste simultáneamente libera sus dos electrones a un sitio en la cara del lumen y sus dos protones dentro del lumen. Estos protones contribuyen a la fuerza protomotriz. Estos electrones pueden ser transportados a través del complejo b₆f durante un ciclo de PQ, transportando protones adicionales a través de la membrana al lumen tilacoidal.

En cuanto al Fotosistema I, cada electrón liberado, después de la absorción de luz, es transportado por una serie de transportadores en el centro de reacción a la superficie del estroma, donde la ferredoxina soluble (proteína Fe-S) transfiere los electrones al FAD y finalmente al NADP⁺. Dos electrones con un protón removido desde el estroma convierten cada NADP⁺ a NADPH. El PS I es entonces restaurado a su condición inicial por la adición de un electrón desde el PS II vía plastocianina, un transportador (carrier) de electrón soluble que difunde a través del lumen tilacoidal. El gradiente de protones es utilizado por la ATP-asa para generar ATP a partir de ADP y Pi. El NADPH y el ATP son generados en el estroma del cloroplasto y son utilizados para la fijación de CO₂, mediante el clásico ciclo de Calvin.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

- ▣ Su principal ventaja es la eficiente fotoconversión de agua en hidrógeno.
- ▣ Se obtiene energía renovable y sustentable sin emisión de gases con efecto invernadero ni contaminación ambiental.
- ▣ Las tasas de producción de hidrógeno son muy variadas y dependen de las especies de cianobacterias involucradas. La mayoría de las veces, se requiere una gran producción a escala de estos organismos, para obtener un alto rendimiento del producto deseado.
- ▣ Su principal desventaja se debe fundamentalmente a que es necesario remover el O₂ producido, pues éste actúa también como inhibidor de la nitrogenasa y la hidrogenasa.
- ▣ Esta forma de obtención del gas es mayormente para países con gran potencial económico, ya que el costo de los reactores es muy elevado.
- ▣ Las cianobacterias causan infección debido a su alta toxicidad. Liberan toxinas que infectan a animales que viven en su medio, o beben

CONCLUSIÓN.

La producción de Hidrógeno a partir de cianobacterias es una buena alternativa de obtención de éste gas. Es uno de los medios más eficaces, en cuanto a la baja producción de sustancias nocivas y su alta

rentabilidad, sin embargo, su rendimiento requiere de una gran cantidad a escala de éstos organismos. Este tema es de gran importancia biológica y química, ya que trata sobre el conocimiento más profundo de estas bacterias y de su importante aprovechamiento mediante reacciones en las que transforma sustancias tóxicas en otras de utilización favorable y de gran interés actual.

BIBLIOGRAFÍA.

Orlando Jorquera C.; José Hernández P.; Leandro Herrera Z. Producción Biofotolítica de Hidrógeno. Departamento de Ingeniería Química; Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. 2004.

Microbial Cell Factories, La producción de hidrógeno por cianobacterias. 2005. 36p.

PRODUCCIÓN BIOLÓGICA DEL HIDROGENO: FOTOFERMENTACIÓN Y FERMENTACIÓN OSCURA. DIFERENCIA. PRINCIPALES VARIABLES.

Vaceque Acosta, Jazmín; Villalba, Fany; Yuruhan Cabello, Sara Magali

RESUMEN

Los principales procesos biológicos utilizados para la producción del gas hidrogeno son biofotolisis, fotofermentación y fermentación oscura de materiales orgánicos, en este trabajo solo trataremos de los dos últimos. La fotofermentación; este proceso utiliza bacterias púrpuras no sulfurosas que producen hidrógeno, catalizado por la nitrogenasa bajo condiciones deficientes en N₂, usando luz y compuestos reducidos, como ácidos orgánicos, que muchas veces están contenidos en sustancias de desecho. A diferencia de la fotofermentación, la fermentación oscura se lleva a cabo de forma independiente a la luz. A pesar de no habersele prestado tanta atención como la producción de hidrogeno por microorganismos fotosintéticos, la producción de hidrogeno a partir de la fermentación oscura presenta claras ventajas. Estos procesos de bio-producción de hidrógeno tienen ventajas y desventajas las que serán citadas en el trabajo.

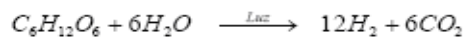
INTRODUCCIÓN.

El Hidrogeno es un elemento limpio, renovable y de alto rendimiento en el cual se ha centrado la atención debido a que es considerado como un portador de energía promisorio debido al hecho de su renovabilidad. Se plantea una forma de obtenerlo a través de la producción biológica mediante la conversión de compuestos orgánicos utilizando diversas especies celulares, mediante los procesos de Fotofermentación y la Fermentación oscura, los cuales utilizan bacterias.

FOTOFERMENTACIÓN Y FERMENTACIÓN OSCURA.

FOTOFERMENTACIÓN

En este proceso se utilizan bacterias púrpuras no sulfurosas que producen hidrógeno, catalizado por la nitrogenasa bajo condiciones deficientes en N₂, usando luz y compuestos reducidos, como ácidos orgánicos, que muchas veces están contenidos en sustancias de desecho.



En este proceso también interviene la hidrogenasa captadora de hidrógeno, la cual compete por el hidrógeno disponible en el medio, reduciendo la actividad de la nitrogenasa al quedar sin sustrato. Uno de los parámetros que más afectan la Fotofermentación es la intensidad de luz, pues un

incremento en ésta se ha visto que afecta de forma simultánea la velocidad de producción y el rendimiento del hidrógeno.

La mayoría de los procesos utilizados en fotofermentación se han llevado a cabo con microorganismos del género *Rhodobacter* en lotes (algunas veces con inmovilización celular) y con menor frecuencia en continuo.

FERMENTACIÓN OSCURA

La producción de hidrógeno por este método está dada por bacterias anaeróbicas que crecen en oscuridad y usan sustratos ricos en carbohidratos.

Las fermentaciones se llevan a cabo a diferentes temperaturas, desde mesófilas (25- 40°C), hasta termófilas (> 50°C) produciéndose biogás que contiene H₂, CO₂, CO, H₂S y, en algunos casos, CH₄. Las especies bacterianas que producen hidrógeno por este sistema, y que son más conocidas, son las que corresponden a los géneros *Enterobacter*, *Bacillus* y *Clostridium*.

La producción de hidrógeno por estas bacterias depende de condiciones del proceso como pH, tiempo de retención hidráulica (HRT) y presión parcial del gas. La formación de los productos obedece a las condiciones ambientales en las cuales los microorganismos crecen. Productos como etanol, butanol y lactato, contienen hidrógeno que todavía no se ha liberado; así, para maximizar la cantidad de hidrógeno, el metabolismo de la bacteria debe enfocarse hacia la producción de ácidos grasos volátiles (VFA).

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA FERMENTACIÓN OSCURA Y LA FOTOFERMENTACIÓN.

Tipos de microorganismos	Ventajas	Desventajas
Fotofermentación (Bacterias purpura)	<ul style="list-style-type: none"> *Produce hidrogeno de diferentes residuos *Usa un amplio espectro de luz 	<ul style="list-style-type: none"> *Requiere energía lumínica *El caldo fermentado necesita ser tratado para su disposición. *Dióxido de carbono esta presente en el biogas.
Fermentación oscura (bacterias anaeróbicas)	<ul style="list-style-type: none"> *Produce hidrogeno todo el día ya que no necesita de la luz solar. *No se requiere modificaciones importantes si se desea implementar en tecnologías ya 	<ul style="list-style-type: none"> *El caldo fermentado necesita ser tratado para su disposición. *Dióxido de carbono presente en el biogas.

	<p>existentes.</p> <p>* Es un proceso anaerobio por lo que no tiene problemas de limitación de oxígeno</p>	
--	--	--

MATERIA PRIMA

Existe gran variedad de desechos que contienen los sustratos aptos para la producción de biohidrógeno. Los azúcares simples como glucosa, lactosa y sacarosa están presentes en muchos efluentes industriales y también pueden ser obtenidos a partir de desechos agrícolas. Se pueden encontrar grandes contenidos de almidón y celulosa en desechos agroindustriales. Los desechos de las industrias de alimentos poseen gran contenido de carbohidratos en forma de azúcares simples, almidón y celulosa que pueden ser utilizados en la producción de biohidrógeno.

Estos desechos sólidos contienen cantidades de carbohidratos y proteínas que varían en concentración y de esta manera deben ser ajustados para obtener las condiciones óptimas del bioproceso. Así mismo, como las aguas residuales de estas industrias procesadoras de alimentos son ricas en carbohidratos, también pueden ser utilizadas; se han usado aguas residuales de productos lecheros, restos de la industria de la oliva, desechos de panadería, melazas y con pretratamientos pueden ser utilizadas como sustratos para la producción de biohidrógeno, teniendo en cuenta los debidos cuidados en cuanto a esterilidad.

CONCLUSIÓN.

La fotofermentación y fermentación oscura se presentan como una manera atractiva para la bioproducción de hidrogeno, pero que aun necesitan de un alto grado de desarrollo. Estos dos procesos de bioproducción actualmente están en pleno estudio de manera que se pueda entender mejor las rutas metabólicas del hidrogeno o para la realización de mutaciones en los microorganismos para aumentar la producción del hidrogeno.

Desde un punto de vista biológico y social representa un gran apoyo en lo que refiere a la eliminación o disminución de residuos, ya que mediante dichos procesos se emplean una gran cantidad de desechos en donde actúan los diferentes microorganismos para la producción del hidrogeno. La separación del hidrogeno del biogas utilizando membranas sería lo ideal pero debido al alto costo de este material se puede utilizar directamente el biogas aunque en el mismo la concentración de hidrogeno sea baja.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- El Hidrogeno; Fundamento de un futuro Equilibrado. Autores: Mario Anguer Hortal, Ángel Miranda Barreras. Año 2005 Edición Díaz De Santos S.A.
- Biblioteca de la Universidad de La Rioja. Disponible en: dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo. Fecha de visita:22-10-10
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Disponible en: www.fao.org/docrep/w7241e/w7241e0g.htm. Fecha visita:29-10-10

CELIDAS DE COMBUSTIBLE: POTENCIALES APLICACIONES Y BENEFICIOS AMBIENTALES

Montiel, Carolina; Moreno, Leticia; Ochoa, Diego; Ortiz, Mariela; Ovando, Francisco.

RESUMEN.

En este trabajo se desarrolla el concepto de las celdas de combustibles basadas en hidrogeno así como sus principales aplicaciones en vehículos terrestres, submarinos y como generadores de energía eléctrica ya sea en barrios residenciales o en industrias. Además de esto, se destacan sus potenciales beneficios ambientales ya que el hidrógeno es un combustible limpio, lo que quiere decir es que no presenta otros residuos que no sean agua y calor, esto se debe a que las celdas se basan en reacciones de oxidación-reducción y no de combustión.

INTRODUCCIÓN.

Una celda de combustible consiste en dos electrodos separados por un electrolito, el oxígeno pasa sobre un electrodo y el hidrógeno sobre el otro. Cuando el hidrógeno se ioniza pierde un electrón y al ocurrir esto ambos toman diferentes caminos hacia el segundo electrodo, el hidrógeno lo hace a través del electrolito y el oxígeno mediante un material conductor.

Una de las más interesantes aplicaciones que se le puede dar al hidrógeno como combustible limpio es su uso en motores de vehículos terrestres como automóviles, camiones, ómnibus, moto elevadores, locomotoras y en motores de aviones y buques.

Mediante el uso de hidrógeno en celdas de combustible se pueden evitar completamente las emisiones indeseadas. En el proceso de generación de energía mediante hidrógeno y el oxígeno del aire, el producto de la reacción es sólo agua, exenta de minerales, como el agua destilada.

Otra de sus importancias radica en que sus aplicaciones pueden abarcar una amplia variedad de productos: desde dispositivos portátiles (teléfonos móviles, ordenadores, pequeños electrodomésticos), donde las pilas empleadas son de pequeño tamaño, pasando por aplicaciones móviles como vehículos de todo tipo (coches, autobuses y barcos), hasta generadores de calor y energía en aplicaciones estacionarias para empresas, hospitales, zonas residenciales, etc.

CELIDAS DE COMBUSTIBLE.

La celda de combustible es una membrana en la que se mezclan el hidrógeno y el aire de la atmósfera. De su unión surge una corriente eléctrica que sirve para mover un motor eléctrico en el caso de los vehículos. El residuo de la reacción es sólo agua.

Una celda de combustible es un dispositivo electroquímico que convierte la energía química de una reacción directamente en energía eléctrica. Por ejemplo, puede generar electricidad combinando hidrógeno y oxígeno electroquímicamente. Su principio de funcionamiento es inverso al de una electrólisis. Por ejemplo, en la electrólisis del agua, se separa este compuesto en sus dos componentes, hidrógeno y oxígeno, mientras que en una pila de combustible se obtendría una corriente eléctrica por medio de la reacción entre estos dos gases.

Estas celdas no se agotan como lo haría una batería, ni precisan recarga, ya que producirán energía en forma de electricidad y calor en tanto se les provea de combustible (hidrogeno).

En la práctica, la corrosión y la degradación de materiales y componentes de la celda pueden limitar su vida útil. La manera en que operan es mediante una celda electroquímica consistente en dos electrodos, un ánodo y un cátodo, separados por un electrólito. El oxígeno proveniente del aire pasa sobre un electrodo y el hidrógeno gas pasa sobre el otro.

La energía aprovechable de esta reacción está dada por la diferencia de potencial ó voltaje entre ambos electrodos. Por otra parte, la corriente generada depende de la eficiencia de la celda y del área aprovechada para la reacción. Estos dos factores son de suma importancia tecnológica ya que de ellos dependerá la eficiencia y por lo tanto, la potencia utilizable de estas fuentes generadoras de electricidad. Así, para generar cantidades útiles de energía eléctrica las celdas de combustible pueden ser configuradas a partir de varias celdas unitarias conectadas en serie, además de variar el área de sus electrodos y obtener así el voltaje, la corriente y por lo tanto la potencia, apropiados para la aplicación final.

Existen varios tipos de celdas de combustible pero de manera general se pueden dividir en aquellas de baja temperatura y celdas de alta temperatura. Las primeras aunque son menos eficientes presentan ventajas sobre las segundas debido a una menor complejidad de sus sistemas, una mayor velocidad de respuesta y la posibilidad de ser más compactas. Las celdas de baja temperatura son las que más desarrollo han sufrido e incluyen las celdas de electrolito polimérico (PEFC ó PEMFC), las de ácido fosfórico (PAFC) y las alcalinas (AFC). Las de alta temperatura son altamente eficientes y presentan ventajas como la capacidad de generación de mediana y alta potencia, así como la de poder utilizar combustibles antes de su transformación en hidrógeno. Las de baja temperatura pueden ser obtenidas (aunque de manera limitada) con compañías que las desarrollan.

Las celdas de combustible al ser generadoras de electricidad encuentran un amplio espectro de aplicaciones que van desde dispositivos portátiles como Laptops, Agendas Electrónicas, teléfonos celulares, autos y autobuses eléctricos, hasta la alimentación de electricidad en hogares, comercios como oficinas escuelas, hospitales y edificios enteros.

La tensión de celda depende de la corriente de carga. La tensión en circuito abierto es de 1,2 voltios.

POTENCIALES APLICACIONES.

Las pilas de combustible tienen el potencial para reemplazar el motor de combustión interna en los vehículos y para proporcionar energía en usos de energía fijos y portátiles, ya que son energéticamente eficientes, limpios y flexibles de combustibles.

Las pilas de combustible son ciertamente mucho más que curiosidades de laboratorio y aunque todavía necesitan de diversas mejoras de materiales y diseños, constituyen una alternativa seria a los ineficientes motores de combustión, una alternativa por la que se interesan tanto la industria del automóvil como las compañías eléctricas y del sector energético expuesta a diversos requerimientos energéticos. La eficacia de estos dispositivos no depende del tamaño como sucede en otros sistemas energéticos. Este hecho permite su aplicación en sistemas de energía miniaturizados y portátiles. Su eficacia es potencialmente superior a cualquier otro sistema, haciéndolas particularmente atractivas para aplicaciones estáticas de alta o baja energía. Además, las celdas de combustible suponen actualmente una esperanza real dentro del mercado del transporte.

Se ha previsto que los futuros sistemas energéticos dispondrán de conversores mejorados de energía convencional basados en el hidrógeno (motores de combustión interna, motores de Stirling o turbinas), así como otros vectores energéticos (calor y electricidad producidos directamente a partir de energía renovable y biocarburantes para el transporte).

AVANCES EN LOS ÚLTIMOS AÑOS.

Varios investigadores y empresas están desarrollando celdas de combustible que funcionarán utilizando combustibles fósiles en vez de hidrógeno electrolizado puro. Esta técnica tiene la ventaja de que estos combustibles siguen siendo baratos y disponibles en todas partes. A los precios actuales, es más económico producir el hidrógeno utilizando los combustibles fósiles que hacerlo por medio de la electrólisis. Sin embargo, los combustibles fósiles no serán baratos ni abundantes en el futuro. Además, el proceso de reformar estos combustibles para su uso en celdas de combustible no evita el problema de la emisión de dióxido de carbono en la atmósfera. El hidrógeno solar, en comparación, nos ofrece una solución energética que resuelve todos estos problemas.

Docenas de compañías y laboratorios investigadores en Norteamérica, Europa y Asia están desarrollando las celdas de combustible y los electrolizadores.

POTENCIALES BENEFICIOS AMBIENTALES.

Las celdas de combustible son muy atractivas para usos avanzados por su alta eficacia e idealmente por ser de emisiones cero, en contraste con los combustibles actuales más comunes, como puedan ser el metano o el gas natural, que siempre generan dióxido de carbono. . Aunque la celda de combustible

sólo emita calor y agua como residuos, el problema de la contaminación continuará presente en las centrales eléctricas.

Un acercamiento global debe considerar los impactos provocados por el escenario completo del hidrógeno, lo que incluye la producción, el uso, la infraestructura y los convertidores de energía. Las pilas de combustible hoy en día están sobredimensionadas de catalizador, para compensar su propio deterioro.

CONCLUSIÓN.

Las celdas de combustible representan un desarrollo potencialmente revolucionario ya que en lugar de utilizar combustión para generar electricidad utilizan la reacción electroquímica entre el hidrogeno del combustible y el oxígeno del aire para producir electricidad, agua y calor.

Un beneficio fundamental es la alta flexibilidad que tienen las celdas para aceptar una gran diversidad de combustibles lo cual las ubica como una tecnología que permite una transición hacia tecnologías limpias y el uso de fuentes de energía renovables.

Las celdas de combustible además de ofrecer el medio para generar electricidad con cero emisiones contaminantes a futuro, hoy en día permiten tener a nuestra disposición una alternativa altamente flexible a prácticamente cualquier necesidad energética a corto, mediano y largo plazo.

Las pilas de combustible no producen el deterioro ambiental asociado a la extracción de combustibles fósiles de la Tierra cuando el hidrógeno es producido a partir de fuentes renovables. Si se produce un escape de hidrógeno, éste se evaporará de forma instantánea debido a que es más ligero que el aire. Esta sería una solución para paliar el dramático legado que ha sido dejado en nuestro planeta debido a las perforaciones petrolíferas, el transporte, el refinio y los productos de desecho asociados.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- ARIEMA. Asociación Española del Hidrógeno. 25/10/2010. <http://www.aeh2.org/index.htm>
- Asociación Argentina de Hidrógeno. 26/10/2010. <http://www.aah2.org.ar/news.htm>
- U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. Hydrogen Program. 15/10/2010. <http://www.hydrogen.energy.gov/>

CELIDAS DE COMBUSTIBLE DE INTERCAMBIO PROTÓNICO: PERSPECTIVAS - POTENCIALES – BENEFICIOS Y DESVENTAJAS

López, Tobías; Maiz, Gloria; Ojeda, Cristhian; Ortiz, Valeria; Oviedo, Cristhian; Petrovich, Karen.

RESUMEN

Una celda de combustible es un generador que convierte la energía química de un combustible directamente en electricidad. En casi todos los casos el combustible es hidrógeno o una mezcla de gases rica en hidrógeno, cuyo residuo es únicamente agua el cual no contamina al medio ambiente. Específicamente el trabajo se enfocara en un tipo de celda de combustible, llamado celdas de combustible de intercambio protónico el cual posee múltiples beneficios y siendo una de las desventajas el elevado costo el cual puede ir disminuyendo con el crecimiento de la tecnología y mejoramiento en la mano de obra.

INTRODUCCIÓN

Las celdas de combustible fueron descubiertas por William Grove en 1839. Una celda de combustible opera como una batería. Genera electricidad combinando hidrógeno y oxígeno electroquímicamente sin ninguna combustión. El único subproducto que se genera es agua 100% pura.

Hay varias clases de celda de combustible, cada una con características especiales que las hacen apropiadas para aplicaciones específicas. Las celdas de combustible de membrana de intercambio protónico (PEM) funcionan a bajas temperaturas y se prenden rápidamente; por eso, son apropiados para el uso en vehículos y generadores de energía en pequeña escala para casas.

CELIDAS DE COMBUSTIBLE DE INTERCAMBIO PROTÓNICO

El hidrógeno ha sido un combustible confiable por varios años, desde su uso como un gas doméstico en muchas casas en el siglo XIX hasta los poderosos motores de los cohetes espaciales de hoy. Ahora, con el desarrollo de la celda de combustible PEM, el hidrógeno tiene la gran oportunidad de convertirse en el mayor portador de energía para nuestra sociedad sin crear residuos contaminantes para el medio ambiente. Este tipo de celda de combustible trabaja a bajas temperaturas y existe una variedad de tamaños para su creación.

Está compuesta por dos electrodos, un ánodo y un cátodo separados por un electrolito que facilita la transferencia iónica. Entre los electrodos se genera una corriente eléctrica que, a diferencia de lo que ocurre con una pila o batería convencional, no se agota con el tiempo de funcionamiento, sino que se prolonga mientras continúe el suministro de reactivos.

FUNCIONAMIENTO

- En el ánodo las moléculas de hidrógeno pierden sus electrones y forman iones de hidrógeno, un proceso que se hace posible por medio de catalizadores de platino.
- Los electrones se traspan al cátodo a través de un circuito externo que produce electricidad al pasar por un motor (u otro mecanismo eléctrico).
- Los iones de hidrógeno pasan al cátodo por la membrana de intercambio protónico, donde se unen con las moléculas de oxígeno y electrones para producir agua.
- No se produce ninguna contaminación y los únicos desechos son agua y calor.

PROCESOS QUÍMICOS

Temperatura de operación: 30°C - 100°C

Ánodo: $2\text{H}_2 \rightarrow 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$

Cátodo: $4\text{e}^- + 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

Reacción Completa: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

BENEFICIOS

- No produce contaminación ni consume recursos naturales: No hay productos secundarios ni tóxicos de ningún tipo que puedan producirse en este proceso.
- Seguridad: Los sistemas de hidrógeno tienen una historia de seguridad muy impresionante. En muchos casos, el hidrógeno es más seguro que el combustible que está siendo reemplazado. Además de disiparse rápidamente en la atmósfera si se fuga, el hidrógeno, en contraste con los otros combustibles, no es tóxico en absoluto.
- Alta eficiencia: Las celdas de combustible convierten la energía química directamente a electricidad con mayor eficiencia que ningún otro sistema de energía.
- Funcionamiento silencioso: En funcionamiento normal, la celda de combustible es casi absolutamente silenciosa.
- Larga vida y poco mantenimiento: Aunque las celdas de combustible todavía no han comprobado la extensión de su vida útil, probablemente tendrán una vida significativamente más larga que las máquinas que reemplacen.
- Modularidad: Se puede elaborar las celdas de combustible en cualquier tamaño: tan pequeñas como para impulsar una carretilla de golf o tan grandes como para generar energía para una

comunidad entera. Esta modularidad permite aumentar la energía de los sistemas según los crecimientos de la demanda energética, reduciendo drásticamente los costos iniciales.

DESVENTAJAS

Las celdas de combustible todavía están económicamente fuera del alcance de los consumidores de energía en los países ricos por su alto costo de la producción.

Otro factor en contra es la lenta velocidad de la reacción, lo que conlleva a tener corrientes y potencias pequeñas, pero se soluciona con el uso de catalizadores.

POTENCIALES

Estas celdas resultan apropiadas como fuentes de energía tanto para dispositivos portátiles como para aplicaciones estacionarias, se perfilan como una de las mejores opciones para reemplazar la utilización de combustibles fósiles en automóviles. Hay numerosos prototipos y modelos de coches y autobuses basados en la tecnología de la celda de combustible. Las empresas de automoción siguen investigando y ya han llegado a fabricar algunos prototipos.

PERSPECTIVA

Para una mejor operación de la celda de combustible (PEM) es necesario:

- La optimización del flujo de los gases, para esto se sugiere el empleo de controladores de flujo de masa, lo que permitirá medir con exactitud flujo en gases.
- Aumentar el área de los electrodos para lograr producir una mayor cantidad de energía eléctrica.

En la actualidad, las celdas de combustible PEM alimentadas directamente con metanol (DMPEM) se están estudiando en profundidad y con ellas se han hecho progresos notables. Aunque el CH_3OH es el alcohol más simple, y por tanto se considera como combustible apropiado para las celdas PEM de baja temperatura, es deseable disponer de otros combustibles que permitan extender el campo de actuación de estos dispositivos y así facilitar su comercialización.

Entre las alternativas, el etanol resulta muy atractivo debido a que proporciona una densidad de energía volumétrica (21 MJ/l) que se acerca a la de la gasolina (31 MJ/l). A ello hay que añadir la peculiaridad de que el etanol no tiene el problema de almacenamiento que tiene el hidrógeno.

Además, puesto que el etanol se obtiene en su mayor parte por fermentación de biomasa, las emisiones netas de dióxido de carbono producidas durante su procesado resultan inferiores a las de otros combustibles producidos a partir de precursores fósiles.

CONCLUSIÓN

Las celdas de combustible son muy eficientes por que producen energía limpia, libre de contaminación, los únicos subproductos son calor y agua. El agua producida tiene suficiente pureza

para ser utilizada como agua potable. De esta manera, se utiliza el proceso natural de producción de agua por medio de la oxigenación de hidrógeno, para producir electricidad y trabajo útil. Lastimosamente el nivel de investigación y desarrollo de las celdas de combustible todavía se encuentra en una fase primaria, lo que resulta en una tecnología de alto costo para su comercialización en serie. La optimización de los procesos críticos de las celdas de combustible, puede impactar en los costos de desarrollo y hacerlas más rentables para su aplicación y comercialización. Esto exige invertir una cantidad importante de recursos financieros y científicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Dr. Louis W. Schatz. Centro de Investigación de Energía Schatz. 25/10/10. Disponible en: www.schatzlab.org/spanish/index.shtml
- Universidad Tecnológica de Pereira. 25/10/10. Disponible en: www.utp.edu.co/php/revistas/ScientiaEtTechnica/docsFTP/2362775-80.pdf
- J. L. G. Fierro, M. A. Peña, M. V. Martínez, N. Tsiouvaras, S. Rojas, P. Hernández y J. L. Gómez. Instituto de catálisis y petroleoquímica, CSIC. Disponible en: http://digital.csic.es/bitstream/10261/8979/1/Pilas_combustible_hidrogeno_2007.pdf

ASOCIACIÓN DE HIDRÓGENO / CELDAS A COMBUSTIBLE: DE METANOL DIRECTO

Grabowski, Daniela; González, Idelina; Jara, Jorge; Gómez, Juana; López, Francisco; González,
Diego

RESUMEN

El hidrógeno es un gas que puede ser utilizado como combustible de buen rendimiento y alto poder energético, pero no se puede obtener por extracción directa, debe ser producido y esto requiere otro tipo de energía; materiales y tecnología relativamente costosos. Es difícil almacenarlo y transportarlo. Las ventajas más importantes que presenta son que es un elemento renovable y que el producto de su combustión, el agua, no es contaminante. La conversión de la energía química del hidrógeno en eléctrica se hace mediante las celdas de combustible. Un tipo resaltante de celdas de combustible son las de de metanol directo (DMFC), que funcionan con metanol puro mezclado con agua. La mayor ventaja es que no presentan problemas de almacenamiento, ni de transporte. Como producto de la combustión se obtienen agua y dióxido de carbono. Su uso más común son los aparatos portátiles, como teléfonos celulares y computadoras.

INTRODUCCIÓN

El hidrógeno es un vector energético que complementa perfectamente a la electricidad para almacenar y transportar la energía. Además puede almacenar energía sin producir descarga, mediante el uso de Pilas De Combustible alimentadas por Hidrógeno, con las que se consigue una alta eficiencia.

Las celdas de combustible de hidrógeno ofrecen cero emisiones contaminantes, ya que el producto de la combustión es solo agua. Hoy en día permiten tener a nuestra disposición una alternativa altamente flexible que puede adecuarse a las necesidades energéticas. Las celdas de metanol directo son un buen ejemplo de una fuente de energía práctica y portátil.

A causa de la contaminación, el deterioro de la salud y del medio ambiente es un problema creciente. El uso del hidrógeno como fuente de energía contribuiría, en gran medida, con la reducción de este problema, ya que no contamina.

HIDRÓGENO

El hidrógeno es un gas biatómico, incoloro, inodoro e insípido. Es el gas más ligero y se encuentra en el aire en concentraciones muy bajas; posee llama incolora y es altamente inflamable; no es tóxico, ni corrosivo; su velocidad de llama es alta. Se dispersa rápidamente.

Es el elemento más abundante del universo, pero en la Tierra es muy difícil encontrarlo en forma libre. A diferencia de otros recursos naturales como el petróleo o el gas, el hidrógeno no se puede obtener por extracción directa. Es un gran portador de energía, pero por lo ya mencionado es necesario producirlo a partir de otro tipo de materia prima. Todos los procesos que implican su obtención resultan muy costosos.

Una vez producido, sus propiedades físicas y químicas como la dificultad de ser licuado, su alta inflamabilidad, su baja densidad de energía por volumen, su rápida dispersión; causan que las tareas de manipulación, almacenamiento, transporte y distribución se dificulten mucho.

Como buenas razones para el uso de este elemento se pueden nombrar: la eficiencia energética en las celdas resulta mayor que los otros tipos de fuente energéticas convencionalmente utilizados, ya que se suprime el ciclo termodinámico; evita la dependencia de combustibles no renovables; no afecta al medio ambiente como los demás combustibles cotidianamente utilizados, puesto que su combustión libera solo vapor de agua.

CELDAS DE COMBUSTIBLE

Una celda de combustible es un dispositivo electroquímico que convierte la energía química de una reacción directamente en energía eléctrica. Estas celdas no se agotan ni precisan recarga ya que se produce electricidad y calor mientras se le provea combustible. Por ejemplo, puede generar electricidad combinando hidrógeno y oxígeno electroquímicamente sin ninguna combustión.

Operan mediante una celda electroquímica, que consiste en dos electrodos, el cátodo y el ánodo, separados por un electrolito que es el conductor iónico. El oxígeno proveniente del aire pasa por el cátodo y el hidrógeno, que es el combustible, pasa por el ánodo.

El hidrógeno se ioniza en el ánodo, se oxida y pierde un electrón. El hidrógeno oxidado, en forma de protón, y el electrón toma diferentes caminos, migrando ambos hacia el cátodo. El hidrógeno lo hace a través del electrolito y el electrón a través de un conductor externo, donde se aprovecha la energía generada.

Al final de este camino los dos se vuelven a reunir en el cátodo donde ocurre la ganancia de electrones del oxígeno gas para formar agua junto con el protón hidrógeno. De esta manera, se produce agua 100% pura, corriente eléctrica y calor útil. En el caso del tipo de celdas de combustible que se estudiará a continuación entre los productos también se halla el dióxido de carbono.

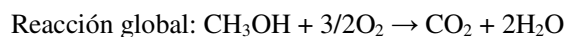
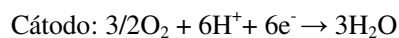
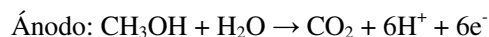
Es importante resaltar que la eficacia de las celdas de combustible no está limitada por la temperatura, como en las máquinas de combustión, sino que está relacionada directamente con la cantidad de reactivo que se le brinda. Esto representa una gran ventaja.

CELIDAS DE METANOL DIRECTO (DMFC)

“Direct-methanol fuel cells” es la denominación en inglés, de ahí provienen las siglas DMFC. Las celdas de metanol directo son una sub-categoría de celdas de combustible de intercambio de protones. Su uso más común son los dispositivos portátiles.

Al doctor Lawrence H. DuBois le surgió la idea de que las celdas carburantes pudieran operar en varios tipos de hidrocarburo (alcohol, etanol, etc.). Por esta razón, trabajó conjuntamente con: el doctor Surya Prakash (especialista en ácido), con el doctor George A Olah, con el Instituto de Hidrocarburo en la Universidad del sur de California y con Laboratorio de Motores y Propulsión (JPL) del Instituto de Tecnología de California (CIT) para inventar una celda de oxidación directa del hidrocarburo. Esta tecnología ha sido bien aceptada como válida para celdas de combustible viables.

Las pilas de combustible de metanol directo, funcionan con metanol puro mezclado con agua y se suministra directamente al ánodo de la pila. Las reacciones producidas dentro de la pila de combustible son las siguientes:



Como catalizador se utiliza rutenio (Ru) o platino (Pt) y el electrolito utilizado es un ácido poli-perflourosulfónico de polímero orgánico sólido, que es permeable al metanol, reduce la corrosión y problemas de dirección. Esta celda de combustible opera con temperaturas entre 50 y 90 °C, su rendimiento es aproximadamente del 40% y puede desarrollar potencias desde mW hasta incluso valores de 5kW.

Sus aplicaciones son principalmente, utilizando micro celdas: baterías de teléfonos celulares, computadoras y otros aparatos electrónicos portátiles. Cortacéspedes, maquinas de cortar plantas secas, sierras de cadena, sopladoras de nieve y hojas, y motos acuáticas pueden ser también convertidas a DMFC. Una aplicación muy conveniente para el medio ambiente es que plantas que tratan el agua sucia y vertederos de basura pueden optar por la tecnología de celdas de alcohol (Metano) carburante para convertir el gas metano que producen a electricidad.

Entre las ventajas de este tipo de tecnología se pueden mencionar: el combustible líquido es fácil del almacenar y transportar; el metanol posee mayor densidad energética que el hidrógeno; opera a baja temperatura; una vez hecha la carga, empieza a funcionar rápidamente; el electrolito sólido reduce la

corrosión y las fugas; proporciona más horas de uso a los aparatos portátiles entre recargas y hasta un mes en el caso de los teléfonos celulares.

Las desventajas que presenta son: el metanol es tóxico; la densidad energética de este es menor a la de la gasolina; la combustión del metanol libera, además de agua, dióxido de carbono, que es uno de los principales causantes del calentamiento global, por lo que no se puede decir que esta tecnología es cero contaminante; la tecnología es compleja; los materiales son costosos y escasos.

CONCLUSIÓN

El hidrógeno es un vector energético de gran importancia para el futuro, ya que los recursos actualmente utilizados, además de ser un su mayoría contaminantes, se acabarán. Es muy interesante considerar a este elemento como fuente de energía renovable no contaminante, lo que solucionaría, en el futuro, un gran número de problemas económicos y referentes a la contaminación a nivel mundial.

El metanol es una fuente de hidrógeno fácil de transportar y almacenar que reacciona directamente en la celda. Las celdas de combustible de metanol directo (DMFC) actuales son limitadas en el poder que pueden producir. El potencial energético del metanol es muy alto, el problema es que las celdas utilizadas lo convierten en un poco rentable, ya que la tecnología es compleja y los materiales costosos. La adición de otro tipo de elementos, con propiedades químicas similares y el desarrollo de una tecnología menos compleja aminoraría el problema.

Las ventajas que presenta desde el punto de vista biológico son muy aceptables en relación a otros tipos de fuente de energía, ya que la emisión de dióxido de carbono que resulta como producto del proceso, se encuentra en los márgenes que son considerados tolerables por el medio. Junto con el agua son los únicos productos residuales. Además se lo puede implementar para reutilizar el gas metano de los vertederos, lo que beneficiaría en gran manera al entorno si se lo implementa de forma masiva.

BIBLIOGRAFÍA

- Colección: avances de la Ing. 2. Análisis de situación y prospectiva de nuevas tecnologías energéticas. Autores: José Ignacio Linares Hurtado- Beatriz Yolanda Moratilla Socia. Asociación Nacional de Ingenieros del ICAI, Universidad Pontificia Comillas. Madrid España. 2007. 185 páginas.
- Boletín iie, septiembre/octubre de 1999 con referencias de: Barrigh, J., Comunicación personal, Ballard - Generation Systems, octubre de 1999. - Boosting Power Plant Efficiency, Departamento de Energía de los Estados Unidos, Energía de Origen Fósil, 1998. - Dhar, H., Comunicación personal, BCS

- DTI Energy Inc: El licenciador mundial exclusivo de la tecnología directa patentada de la DMFC (Célula Directas de Alcohol (Metano) Combustible). Disponible en: <http://www.dtienergy.com/spanish/DMFChistory.html>. Consultado el: 28/10/2010.
- Tecnociencia: Especial Pilas de combustible de hidrógeno. Disponible en: <http://www.tecnociencia.es/especiales/hidrogeno/tipopilas.htm#dmfc>. Consultado el: 28/10/2010
- Universidad Carlos III de Madrid: Pilas de combustible. Disponible en: http://ocw.uc3m.es/ciencia-e-oin/ceramicas-y-vidrios/bloque-iv/pilas_de_combustible-1.pdf. Consultado el: 20/10/2010.
- Engadget en español: DMFC posts. Disponible en: <http://es.engadget.com/tag/DMFC/>. Consultado el: 29/10/2010

ASOCIACIÓN DE HIDRÓGENO / CELDAS A COMBUSTIBLE: CATALIZADORES. AVANCES EN LOS ÚLTIMOS AÑOS. PERSPECTIVAS.

Santos, Rogelio; Silva, Ma. Alejandra; Valleau, Diana; Vera, Rocío; Yoon, Bo Mee

RESUMEN

Este trabajo de investigación se enfoca sobre la utilización de catalizadores en las diferentes celdas de combustibles. Las celdas de combustibles se pueden clasificar de acuerdo a su temperatura, pueden ser altas, medias o bajas, las de altas temperaturas no requieren de catalizadores. La mayoría de los catalizadores son los metales de transición, algunos son más eficientes en aleaciones, como el platino y el níquel. En los últimos años varios investigadores están desarrollando un nuevo tipo de catalizador formado por nanopartículas con sus núcleos constituidos por una aleación de cobre y platino y un envoltorio exterior prácticamente todo de platino

INTRODUCCIÓN

El hidrógeno no es fuente primaria de energía. No es un combustible que podamos extraer directamente de la tierra como el gas natural. La opción más eficaz para producir hidrógeno a partir del agua es utilizando un electrolizador, impulsado por electricidad obtenida de la energía solar o eólica. Este electrolizador divide el agua, produciendo oxígeno puro e hidrógeno.

El hidrógeno se puede comprimir y almacenar en tanques por horas, días, e incluso por varios meses hasta que se lo necesite. El hidrógeno representa energía almacenada. El hidrógeno se puede quemar como cualquier combustible para producir calor, impulsar un motor, o producir electricidad en una turbina. Pero la celda de combustible es una manera más limpia y más eficiente de utilizar el hidrógeno.

CELDAS A COMBUSTIBLE

Una celda a combustible es un dispositivo electroquímico que convierte la energía química de una reacción directamente en energía eléctrica. Por ejemplo, puede generar electricidad combinando hidrógeno y oxígeno electroquímicamente sin ninguna combustión. Estas celdas

no se agotan como lo haría una batería, ni precisan recarga, ya que producirán energía en forma de electricidad y calor en tanto se les provea de combustible.

Las celdas de combustible basadas en hidrógeno son altamente atractivas para substituir a los automóviles que consumen gasolina; tiene el potencial de proporcionar energía para largas distancias a vehículos que usen hidrógeno como combustible, mitigando la producción de dióxido de carbono y emitiendo sólo vapor de agua. Sin embargo, requieren hidrógeno extremadamente puro para operar. Eso significa que el combustible convencional debe ser privado del monóxido de carbono (CO) -un proceso que es muy caro como para que sea viable de manera comercial.

TIPOS DE CELDAS

Para que las celdas de combustible lleguen a ser competitivas entre las energías alternativas, son necesarios avances en diversos campos; entre ellos, el desarrollo de nuevos catalizadores, es decir, sustancias que se encarguen de acelerar la reacción química necesaria para que se produzca la electricidad. De acuerdo al tipo de electrolito utilizado, las celdas de combustible pueden clasificarse en alta, media o baja temperatura.

» Oxido Sólido (SOFC): Temperatura de operación: 500 - 1000 °C Es una celda de combustible altamente prometedora, podría ser utilizada en aplicaciones grandes de alta potencia incluyendo estaciones de generación de energía eléctrica a gran escala e industrial. Las unidades que se abrigan van desde 25 hasta 100kw de potencia. Un sistema de óxido sólido normalmente utiliza un material duro cerámico en lugar de un electrolito líquido permitiendo que la temperatura de operación sea muy elevada. Las eficiencias de generación de potencia pueden alcanzar un 60%.

» Carbonato Fundido (MCFC): Temperatura de operación: ~ 600 °C Las celdas de combustible de carbonato fundido prometen altas eficiencias combustible-electricidad y la habilidad para consumir combustibles a base de carbón. En este tipo de celdas es aprovechada la electricidad y el calor generado.

» Ácido Fosfórico (PAFC): Temperatura de operación: ~ 220 °C Este es el tipo de celda de combustible más desarrollado a nivel comercial. Las celdas de combustible de ácido fosfórico generan electricidad a más del 40% de eficiencia - y cerca del 85% si el vapor que ésta produce es empleado en cogeneración - comparado con el 30% de la más eficiente máquina de combustión interna. Este tipo de celdas puede ser usado en vehículos grandes como autobuses y locomotoras. Existen en producción comercial unidades de alrededor de 200kw.

» Alcalinas: Temperatura de operación: 50 - 250 °C Utilizadas desde hace mucho tiempo por la NASA en misiones espaciales, este tipo de celdas pueden alcanzar eficiencias de generación eléctrica de hasta un 70%. Estas celdas utilizan hidróxido de potasio como electrolito.

» Polímero Sólido o Membrana de Intercambio Protónico (PEM): Temperatura de operación: 50 - 100 °C Tienen una densidad de potencia alta, pueden variar su salida para satisfacer cambios en la demanda de potencia y son adecuadas para aplicaciones donde se requiere una demanda inicial de energía bastante importante, tal como en el caso de automóviles.

CATALIZADORES

El platino y las aleaciones de platino son los catalizadores más eficientes para acelerar las reacciones químicas en las células de combustible de hidrógeno. El platino es el único metal que puede resistir las condiciones ácidas en el interior de una celda, pero es caro, y esto ha limitado la amplia gama de aplicaciones a gran escala de las pilas de combustible. Por otra parte, alrededor del 90 por ciento del suministro de platino del mundo proviene de sólo dos países--Sudáfrica y Rusia.

La aleación níquel – cobalto se vislumbra como un sustituto de bajo costo para los catalizadores de platino

Recientemente, los investigadores del Massachusetts Institute of Technology (MIT) informaron el descubrimiento de un nuevo catalizador para partir el agua que es mucho más amigable para el medio ambiente que el Platino: se trata de un compuesto de cobalto y fósforo, que son elementos relativamente baratos y abundantes.

Al igual que con todo avance importante, la tecnología necesita mejorar mucho. El sistema catalizador funciona colocando un ánodo de óxido de estaño e indio (ITO) en una solución de iones de cobalto (Co^{4+}) y fosfato de potasio (PK). Pero este sistema todavía requiere una buena cantidad de energía externa para impulsar la reacción separadora de agua (esta fuente de energía no procede de la energía del combustible almacenado y no se recupera en el proceso). Además, el catalizador sólo puede manejar bajos niveles de corriente eléctrica. Sin embargo, los investigadores siguen siendo optimistas sobre los avances más recientes con este nuevo enfoque, sobre todo porque los nuevos catalizadores son tan fáciles de fabricar.

AVANCES EN LOS ULTIMOS AÑOS Y PERSPECTIVAS

Con el fin de crear un catalizador que pueda tolerar mayor cantidad de CO, los investigadores depositaron nanopartículas de platino en un material d óxido de titanio (con tungsteno para incrementar su conductividad eléctrica)

Las pruebas indican que el nuevo material trabaja muy bien con combustible que contiene hasta un 2 por ciento de CO, con pérdida de 5 por ciento de su eficiencia comparada con la caída de 30 por ciento en eficiencia con el catalizador convencional de platino. El material es también más estable y menos caro que el platino puro. Los investigadores están ya preparando el camino para colocar el catalizador en celdas de combustible en funcionamiento real.

Un nuevo tipo de catalizador puede dar lugar a células de combustible que utilicen una quinta parte del platino que usan actualmente. Está formado por nanopartículas con sus núcleos constituidos por una aleación de cobre y platino y un envoltorio exterior prácticamente todo de platino.

El nuevo material ya cumple con el objetivo del Departamento de Energía de lo EE.UU. para 2015 con respecto a los catalizadores de platino: producir al menos 0,44 amperios de corriente eléctrica por un miligramo de platino. El material en cuestión produce hasta 0,49 amperios por miligramo de platino y los investigadores creen que debería ser posible aumentar la actividad catalítica del material aún más.

CONCLUSIÓN

El mecanismo de acción de las celdas de combustible se basa en el aprovechamiento energético obtenido a partir de Hidrógeno.

El uso de catalizadores es fundamental para reducir la energía de activación y acelerar las reacciones dentro de las celdas que se activan a baja temperatura.

En el caso de algunas celdas de combustible que operan a alta temperatura no es necesario el uso de catalizadores.

Los catalizadores más usuales son los de platino, pero debido al alto costo de obtención de este, se han visto nuevas opciones de catalizadores utilizando aleaciones de cobalto, níquel o zinc.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Hoffman G. N., Emilio. Hidrogênio, Evoluir sem poluir: a era do hidrogênio, das energias renováveis e das células a combustível. Curitiba, Brasil, 2005, 15 p.

Boosting Power Plant Efficiency. Departamento de Energía de los Estados Unidos, Energía de Origen Fósil, 1998

Departamento de Energía de los Estados Unidos/Centro Federal de Tecnología Energética: "Fuel Cells: Addressing Future Global Power Needs", Disponible en línea .

<http://www.fetc.doe.gov/publications/brochures/pdfs/Fuelcells.pdf>, July, 1997

HIDROGENO / CELDAS A COMBUSTIBLE: USO DE METALES NOBLES COMO CATALIZADORES. IMPLICANCIA DEL USO MASIVO

Moreno, Patricia, Lorena; Molinas, Ana; Melzer, Luis Enrique; Melgarejo, Natalia; Bello, Emilce; Lujan, Eloisa.

RESUMEN

El trabajo trata sobre las celdas a combustibles, su funcionamiento y estructura, los diferentes tipos que hay, eficacia, principales características de cada uno y su uso en automóviles y plantas de energía. El uso de metales nobles como catalizadores, por que se utilizan, su abundancia, producción mundial, la problemática que su uso acarrea y las posibles implicancias del uso masivo.

INTRODUCCION

Lo primero que hay que entender sobre el hidrógeno es que es un vector energético y no una fuente de energía. La energía que almacena, tiene que venir de alguna parte. Popularmente se ha confundido el uso del hidrógeno, como una fuente primaria de energía limpia y sustentable, que a futuro podría llegar a reemplazar a los combustibles fósiles cómo fuente energética.

Una celda de combustible es un sistema de conversión electro-química de energía. Produce energía eléctrica a partir un combustible y un oxidante. Pueden funcionar constantemente durante el tiempo que sea necesario. Para hacer funcionar las celdas de combustibles se puede ocupar muchas combinaciones de combustibles y oxidantes. Las celdas de hidrógeno ocupan al hidrógeno como combustible y al oxígeno cómo oxidante. Este tipo de celda tiene por lo general tres partes fundamentales (un ánodo, un cátodo y un electrolito) y, según sus materiales será el proceso de producción de energía eléctrica.

El uso de celdas de combustible en el momento es más costoso que los motores de combustión, pero se espera que se hagan más baratas a medida que se desarrollen nuevas tecnologías.

ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE LAS CELDAS A COMBUSTIBLES

El funcionamiento de una celda de combustible consiste básicamente en la oxidación del hidrogeno en agua, generando energía eléctrica y calor directamente, sin pasar por generadores u otros artefactos

Toda celda a combustible está compuesta por un ánodo, un cátodo y separados por un electrolito. Sin embargo, siendo la oxidación del hidrógeno igual para todos los tipos de celdas de combustible, los materiales usados en estas son muy variados.

La reacción producida da lugar a la formación de electricidad (la tensión en circuito abierto es de 1,23 voltios), calor y agua.

Esto se logra alimentando el hidrógeno en el ánodo de la celda y el oxígeno en el cátodo, los cuales están separados por un electrolito.

El electrón libre producido en el ánodo es conducido en forma de electricidad a través del circuito externo. En el cátodo se combinan el oxígeno del aire, los electrones provenientes del circuito externo y los protones para formar agua y calor. El electrolito permite el paso solo de los protones hacia el cátodo en la mayoría de los casos. Luego, a medida que el cátodo deja fluir a través de él al oxígeno, éste se combina con los protones y los electrones anteriormente citados para formar agua. Como esta reacción naturalmente está desplazada hacia la formación de agua, cuando se produce, se libera energía en forma de calor. Esta una reacción positiva y por lo tanto exotérmica.

EFICACIA Y TIPOS DE CELDAS A COMBUSTIBLES

En la práctica, las eficiencias en celdas a combustible pueden alcanzar valores de hasta más de 85%. Los rangos más bajos de generación eléctrica son los de aplicación en móviles, ya que en estos el calor producido no se aprovecha, en el caso de las plantas de generación eléctrica el rendimiento puede ser hasta del 85%, ya que el calor generado es aprovechado por turbinas de vapor de agua. En el caso de los automóviles no es posible aprovechar el calor producido por las celdas, ya que las turbinas son grandes y requieren ciertas condiciones mínimas de operación. El hecho de que se utilizan electrolitos sólidos es debido a que deben soportar vibraciones, bajas temperaturas de funcionamiento, aire contaminado con niveles normalmente no aptos para otros tipos de celdas y movimientos bruscos del automóvil.

En cuanto a la utilización en plantas de generación de energía la producción de energía en las celdas de combustible de ácido fosfórico son los más utilizados actualmente. Una de sus ventajas es que puede utilizar hidrógeno poco puro, soportar impurezas del aire y tiene cerca de un 85% en cogeneración de energía.

Tipo	Electrolito	Temperatura de operación °C	Características Especiales	Aplicaciones
Celda de Combustible alcalina	Solución de hidróxido de potasio diluido	60 a 120	Alta eficiencia adecuada solo para el hidrogeno puro y oxigeno	Sistemas espaciales, sistemas de defensas
Celdas de combustibles intercambio protónica	Membrana polímero conductora de protones	20 a 120	Comportamiento de la operación muy flexible densidad de alta potencia	Vehículos, generación descentralizada de electricidad
Celda de combustibles del acido fosfórico	Acido fosfórico	160 a 220	Eficiencia limitada, problemas de corrosión	Generación descentralizada de electricidad, potencia y calor combinados
Celda de combustible de carbono fundido	Carbonatos diluidos	600 a 650	Control de proceso complejo, problemas de corrosión	Generación centralizada y descentralizada de electricidad, potencia y calor combinados
Celda de combustible de oxido sólido	Bióxidos de zirconio sólido	850 a 1000	Potencial eléctrica directa del gas natural, tecnología de cerámica	Generación centralizada y descentralizada de electricidad, potencia y calor combinados

UTILIZACION DE METALES NOBLES COMO CATALIZADORES

Estos metales presentan una alta resistencia a la oxidación y al ataque de ácidos, propiedades catalíticas sorprendentes (grupo del platino), características excelentes de comportamiento a altas temperaturas y propiedades eléctricas estables. Son todas estas características las que lo hacen ideales y difícil reemplazarlos como catalizadores en celdas de combustibles. Pero presentan la desventaja de que son muy escasas y muy costosas. Se utilizan para separar al hidrogeno de su electrón y hacerlo circular por un circuito externo hasta la otra placa, mientras que los protones circulan por un electrolito hasta la otra placa donde se combina con oxigeno y se produce agua. Las celdas de media y alta temperatura permiten el uso de catalizadores menos costosos, pero tienen sus respectivas consecuencias.

A continuación se muestran algunos metales utilizados como catalizadores, su producción mundial y abundancia.

	Platino	Paladio	Iridio	Rutenio	Osmio
Producción mundial estimativa en toneladas	178,6	198,4	3	0,06	12
Abundancia estimativa en ppm	0,001	0,015	0,000003	0,0001	0,001

IMPLICANCIAS DEL USO MASIVO

El uso masivo de hidrógeno, implicaría la creación de zonas de reabastecimientos cercanas a los lugares de producción, porque actualmente el transporte es muy costoso, y la implementación de tuberías especializadas en el transporte de hidrógeno son también costosas, ya que este gas puede fugarse más fácilmente que otros gases entre otros aspectos.

En cuanto a las celdas a combustibles, principalmente las de baja temperatura, el uso masivo implica una mayor utilización de metales del grupo del platino, estos metales aparte de ser unos de los más costosos, también son uno de los más escasos, esta combinación haría que los precios suban muy rápido y podría dejar de ser rentable, más aun si se utilizan masivamente en automóviles.

CONCLUSION

La celda de combustible es una manera más limpia y más eficiente de utilizar el hidrógeno.

Pero para su utilización es necesario utilizar catalizadores más abundantes y de costos más bajos o una utilización más efectiva de los catalizadores actuales (mejorar el rendimiento de producción de energía por cantidad de material, electrolitos más ideales y una vida útil más larga que las actuales).

Es muy importante también mantener un circuito de baja contaminación o contaminación cero en cuanto a la producción y utilización del hidrógeno como vector energético.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Breakthrough Technologies Institute. TIPOS DE CELDAS DE COMBUSTIBLE disponible en: http://worldwide.fuelcells.org/sp_base.cgim?template=sp_fctypes#acid Consultado en: 28/10/2010

Kenneth Barbalace. Periodic Table of Elements. EnvironmentalChemistry.com. 1995 - 2010. Disponible en: <http://EnvironmentalChemistry.com/yogi/periodic/> Consultado en: 11/10/2010

U.S. Department of Energy. Hydrogen Program. Disponible en: <http://www.hydrogen.energy.gov/> Consultado en: 25/10/2010

AMACENAMIENTO DE HIDROGENO: VENTAJAS. DESVENTAJAS. PERSPECTIVA.

Fernández, Emilce; Franco, Claudia; Galeano, Carlos; Giménez, Karen; Ledesma, Carlos

RESUMEN.

El almacenamiento de hidrógeno se refiere a la metodología para almacenar H_2 para su uso subsecuente. Existen distintos métodos para el almacenamiento de hidrogeno, los sistemas de almacenamiento pueden ser clasificados en función de su estado gaseoso, líquido o solido, las opciones principales para el almacenamiento son los gases comprimidos, los líquidos criogénicos y los hidruros metálicos. Durante muchos años, el hidrogeno se ha almacenado sin peligro en grandes unidades industriales, aunque es mucho más difícil de almacenar con la tecnología actual, requiere de sistemas de almacenamiento costoso.

INTRODUCCIÓN.

En la actualidad el estado gaseoso es el más explotado, pero es el tema del almacenamiento el que no está definido, ya que el hidrogeno a temperatura ambiente ocupa un gran volumen por lo que se requiere de una gran inversión de energía para su compresión lo que es un inconveniente, que además ocasiona el aumento en el peso de los compresores que ocasiona un problema para su utilización en las industrias automatices, que es el ámbito más rentables para su aprovechamiento energético.

Las fórmulas que se exploran actualmente consisten en la fijación del hidrógeno sobre las superficies de cavidades internas de un material poroso, e incluso su aprisionamiento en nanotubos de carbono, pero todos estos procedimientos son muy caros. Existen asimismo procedimientos químicos que consisten en el almacenamiento del hidrógeno en una molécula de borohidruro de sodio, la ventaja de la píldora de hidrógeno es su simpleza (mezcla de amoniaco y sal), su tamaño y posiblemente su precio, mucho más económico que los demás procedimientos y plausible por ello de dar un poderoso impulso a un nuevo mercado energético

TIPO DE ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO.

Cilindro de gas a alta presión:

Debe entenderse por acumulación de gas a presión cuando la misma sea superior a la atmosférica o normal. Los tanques para almacenamiento de gas a presión difieren en su construcción de acuerdo al tipo de aplicación en que sean utilizados, la cual determinará el nivel de presión requerido.

La mayor parte de los tanques de uso estacionario son de baja presión porque este tipo de

acumuladores es más económico. Los requerimientos para aplicaciones en móviles, por ejemplo en vehículos motorizados, son un poco diferentes a causa de la falta de disponibilidad de espacio para estos tanques. Para esos usos la presión de los tanques se incrementa hasta los 700 bar (ó más) con el fin de acumular tanto H como sea posible en un espacio muy confinado.

Tanques criogénicos:

La criogenización está íntimamente relacionada con las propiedades y usos de los materiales a temperaturas extremadamente bajas en las etapas de producción, almacenamiento y operación de los fluidos criogénicos.

Un gas es considerado criogénico si puede cambiar a estado líquido al reducir su temperatura a un valor muy bajo. Normalmente los fluidos criogénicos son gases a temperatura y presión ambiente.

Hidruros metálicos

Algunos hidruros metálicos absorben y desorben hidrógeno a temperatura ambiente y a presión constante, cercana a la presión atmosférica. Estas propiedades son importantes para el almacenamiento de hidrógeno. El proceso consiste en absorber el gas a baja temperatura y a una presión suficiente para que la aleación se hidrure completamente. Posteriormente se la calienta para dar lugar a la descomposición del hidruro, liberando así el gas a una presión más elevada. Los recipientes de hidruro metálico para almacenar hidrógeno deben poseer dispositivos que permitan enfriar y calentar el material.

VENTAJAS.

- El hidrogeno puede ser almacenado en baterias en forma de cilindro, dichas baterias se pueden adquirir en los mercados y son de bajo costo.
- El hidrogeno arde con el aire en motores de combustión interna como en turbinas de gas, sólo producen escasas emisiones despreciables de elementos indeseables.

DESVENTAJAS.

- Posee una temperatura de licuefacción extremadamente baja.
- La obtención de hidrógeno líquido requiere de un proceso altamente consumidor de energía.
- El hidrogeno no es tóxico ni contaminante, pero es difícil de detectar sin sensores adecuados ya que es incoloro, inoloro y su flama al aire es casi invisible.

PERSPECTIVA.

El hidrogeno es un recurso energético limpio, y contribuye una alternativa prometedora al panorama energético actual. Debido a su baja densidad y absorción sobre metales, el almacenamiento

de hidrógeno es un problema aun no resuelto en gran escala, además las diferentes tecnologías de almacenamiento se encuentran en desarrollo. Con el fin de mantener un medio ambiente sustentable, debemos ser visionarios y planteamos objetivos a largo plazo, considerando al hidrogeno como un combustible estratégico para la generación de energía de forma limpia y sustentable, de manera que al ser almacenados en vehículos lo hagamos la mayor cantidad de hidrogeno en el menos espacio posible para almacenarlo de manera compacta y ligera en vehículos que ayudarían a la economía y un medio ambiente saludable y mejor para nuestro mundo.

CONCLUSIÓN.

El utilizar al hidrógeno como un portador de energía se requiere que este sea almacenado y transportado. Anualmente se producen alrededor de 45 millones de toneladas de hidrógeno a nivel mundial que satisface las necesidades de demanda energética global. Es por ello que la mayoría de la investigaciones dirigidas al almacenamiento de hidrógeno se enfocan en almacenarlo de manera compacta y ligera, sobre todo pensando en el uso en vehículos. Para lograr dicho objetivo se estudian distintos métodos, que incluyen cilindros de gases comprimidos, líquidos criogénicos, hidruros metálicos y nanotubos de carbono.

Desde hace décadas, los científicos exploran diversas fórmulas para almacenar este portador de energía, cada una de las cuales tiene sus ventajas, desventajas e inconvenientes. Existen retos de proveer una capacidad suficiente de almacenamiento en aplicaciones en automóviles, de manera que proporcione un tiempo aceptable de conducción, ya que ayudaría a disminuir la contaminación lo cual se busca una mejor calidad de vida de los ciudadanos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Hoffman G. N., Emilio. Hidrogênio, Evoluir sem poluir: a era do hidrogênio, das energias renováveis e das células a combustível. Curitiba, Brasil, 2005, 240 p.

<http://www.imt.mx/Español>

<http://www.mct.gov>

ALMACENAMIENTO DE HIDROGENO EN CILINDROS A ALTA PRESIÓN.

Elkhalili, Ryad; Cuevas, Raquel; Cáceres, Marcia; Brizuela, Lorena; Chamorro, Lourdes; Cano, Silvia.

RESUMEN.

El fundamento principal del almacenamiento en tanques a altas presiones del gas hidrógeno se basa en la baja densidad de este gas (0.09g/ml a 20°C).

En aplicaciones estacionarias no requieren tanta presión, como cuando son requeridos en aplicaciones móviles como vehículos motorizados (hasta 700bar). La finalidad consiste en acumular tanto gas como sea posible en un espacio confinado, lograr practicidad en su uso.

El inconveniente presentado es que los tanques o bombonas de almacenamiento para alcanzar la calidad en seguridad pueden ser elaborados de materiales como acero al carbono o inoxidable que resultan pesados, y/o también pueden ser construidos con materiales de fibra y carbono con fino revestimiento de aluminio o liner, por lo tanto son más livianos pero mucho más costosos.

Actualmente existen numerosas alternativas en el almacenamiento de hidrógeno y cada una de ellas presenta ventajas y desventajas que se van superando con el apoyo de la tecnología.

INTRODUCCION

El hidrógeno es un elemento químico cuyo símbolo es H. Su nombre proviene del griego, *hydor* (agua) y *gennân* (engendrar), “generador de agua. En condiciones normales de presión y temperatura, es un gas diatómico (H₂) incoloro, inodoro, insípido, no metálico y altamente inflamable.

Los principales usos comerciales del hidrógeno son el químico, el metalúrgico, de cristal y para la manufactura electrónica, especialmente almacenados en lugares adecuados, uno de esos métodos de almacenamiento es en cilindros a alta presión.

El almacenamiento de hidrógeno es uno de los objetivos para desarrollar la economía de hidrógeno. La mayoría de las investigaciones dirigidas al almacenamiento de hidrógeno se enfocan en almacenarlo de manera compacta y ligera para vehículos de hidrógeno. Para lograr dicho objetivo se estudian la optimización de distintos métodos, que incluyen: altas presiones, temperaturas criogénicas, pero principalmente en compuestos químicos que presenten capacidad de almacenamiento. También estaremos mencionando los distintos tipos de materiales de los que son elaborados los tanques de almacenamiento de hidrógeno gaseoso a altas presiones, sus características principales, algunas perspectivas para el futuro, ventajas y desventajas para dicho método de almacenamiento del hidrogeno gaseoso.

ALMACENAMIENTO DE HIDROGENO COMO GAS COMPRIMIDO.

El almacenamiento y transporte del gas comprimido ha sido extensamente usado durante más de cien años. Pero el inconveniente de almacenar el hidrógeno como gas comprimido es que requiere el uso de cilindros contenedores a alta presión muy caros, por lo que sólo suele ser práctico para pequeñas cantidades. Los materiales comunes de las bombonas de almacenamiento suelen ser acero ligero, aluminio y sus compuestos y las presiones de almacenamiento van de 3.000 a 10.000psi (es decir aproximadamente entre 20 y 69 MPa). Un tanque de acero presurizado, por ejemplo, puede llegar a soportar presiones de 350bar (es decir, 35MPa o 5075psig).

Los tanques modernos son construidos en materiales compuestos (materiales de fibra y carbono), con un fino revestimiento interno de aluminio o “liner” y por lo tanto son más livianos, pero mucho más caros. Los recipientes para GH son producidos en diferentes tipos de aceros, generalmente inoxidables. Corrientemente, el único método de almacenar hidrógeno en un vehículo a temperatura ambiente es como gas comprimido. El almacenamiento de hidrógeno gaseoso presurizado en tanques cilíndricos a alta presión a bordo de vehículos está actualmente en desarrollo, los niveles de presión están entre 20-30 MPa. El hidrógeno comprimido almacenado a 28 MPa en un cilindro de aluminio supone una densidad de volumen almacenado de 12 Kg de hidrógeno por metro cúbico de volumen almacenado, es decir una densidad volumétrica DV de 12kg/m³, mientras que la densidad gravimétrica es del 2% en gramos de hidrógeno por gramo del sistema en peso.

El hidrógeno en grandes cantidades y moderadamente presurizado se almacena en forma estacionaria en tanques esféricos, pero para los grandes volúmenes que involucran una amplia utilización del hidrógeno no es factible, aunque una alternativa es el almacenamiento subterráneo, incluso mayores cantidades (varios millones de Nm³ a presiones de 6 MPa) pueden almacenarse en pozos de petróleo o de gas agotados, o en cavernas porosas de acuíferos subterráneos, bajo presiones de hasta 50 bar.

MATERIALES UTILIZADOS

Los cilindros para almacenamiento de gases a alta presión se dividen en cuatro categorías:

Tipo I: son las botellas tradicionales, hechas completamente de metal, generalmente acero. Debido a su elevado peso, su uso para almacenamiento de hidrógeno como combustible es inviable en vehículos.

Tipo II: son cilindros de metal, generalmente aluminio, reforzado en su parte recta con materiales compuestos (fibras de vidrio o carbono), que ofrecen la ventaja de una reducción en peso frente a los de tipo I y que son los que normalmente se emplean en vehículos cuyo combustible es el gas natural.

Tipo III: estos cilindros están formados por una delgada capa metálica llamada liner, recubierta por materiales compuestos. Los materiales compuestos son los que soportan los esfuerzos mecánicos

mientras que el liner evita el paso del hidrógeno. Estos cilindros soportan presiones superiores que los de tipo I y tipo II, con lo que se reducen significativamente las necesidades de espacio.

Tipo IV: son como los de tipo III, pero el liner es un polímero en lugar de un metal. Trabajan con las mismas presiones y tienen un peso algo menor. Sin embargo, la difusividad del hidrógeno a través del liner es mayor, lo que puede ser un problema de seguridad, y por otro lado, soportan un número menor de ciclos de carga y descarga.

Los cilindros de tipo I y tipo II llegan a presiones de trabajo de 300 bar, mientras que los tipos III y IV tienen presiones de diseño de hasta 700 bar a bordo de un vehículo. En la actualidad existen programas de investigación para llegar hasta 1.000 bar, es poco probable que se desarrollen presiones superiores porque la ganancia en densidad será cada vez menor. Es importante destacar el alto coste económico de los materiales compuestos. Así, un cilindro de tipo I para presión de 200 bar puede costar 250 €/kg de hidrógeno de capacidad, mientras que uno de tipo III puede costar 1.000 €/kg si es para 350 bar y hasta 1.700 €/kg si es para 700 bar.

DESVENTAJAS DEL USO DE CILINDROS A ALTA PRESION

La desventaja significativa del almacenamiento del hidrógeno como gas comprimido a alta presión es el gran volumen. Un tanque de hidrógeno a 5000psi (35MPa, 345bar) ocupa tres o cuatro veces el volumen que ocuparía un tanque de gasolina en las mismas condiciones. Esto se debe a que el hidrógeno tiene una energía muy baja por unidad de volumen, no sólo como gas sino también como líquido, los valores son de 3kWh/Nm³ o 10.8MJ/Nm³ (y 33.33 kWh/kg) y como líquido 2.359

kWh/l o 8.495MJ/l. En el transporte del hidrógeno como gas comprimido en cilindros contenedores a 300bar de presión, el máximo de carga útil es 0.3 toneladas que equivalen a 12 MWh y el almacenamiento está limitado a 0.5 toneladas, es decir 20 MWh. El principal problema es que la carga útil representa menos del 3% del total en peso transportado. Aunque el hidrógeno es más propenso a fugas que otros gases, las pérdidas no se presentan como un problema en el almacenamiento subterráneo.

PERSPECTIVAS PARA EL FUTURO.

Numerosos estudios señalan al hidrógeno como vector energético del futuro y defienden un modelo de sistema energético basado en la generación distribuida a partir de fuentes renovables. Según estudios, la electricidad sobrante durante las horas de baja demanda se utilizará para generar hidrógeno, que se almacenará y se utilizará posteriormente, bien para generar electricidad durante las horas de alta demanda, bien para la propulsión de vehículos.

La importancia del problema depende del tipo de acero, de la soldadura usada y de la presión en la tubería. La tecnología es capaz de prevenir estas roturas pero depende de la configuración considerada y los costes pueden verse afectados.

La capacidad de las tuberías de transportar energía es menor para el hidrógeno que para el gas natural, en una tubería de cierto tamaño y presión el hidrógeno fluye tres veces más rápido pero también contiene tres veces menos de energía por metro cúbico. Debido a que los compresores operan sobre el volumen del gas pero no sobre su contenido energético, la capacidad de las estaciones de compresión es tres veces menos con hidrógeno.

También como las modernas estaciones de servicio de H emplean distintas normas de seguridad, el aprovisionamiento de Gas Hidrogeno sería similar al de GNC o de combustibles líquidos. En las numerosas estaciones instaladas en el mundo actualmente el GH es acumulado a presiones de hasta 400 bar y en las de mañana quizá se pueda trabajar con el doble de presión.

CONCLUSIÓN.

El almacenamiento de hidrogeno a pesar de haber sido usado durante larga data presenta aun numerosas interrogantes, cuestiones practicas, tecnológicas y también las económicas de siempre. Entre las numerosas utilidades comerciales del mismo, esta en una incipiente etapa el uso del hidrogeno como combustible de transporte, además de un mínimo uso del mismo del total producido. La barrera a saltar incluye el alto costo de su almacenamiento, ya que se requiere de cilindros contenedores y los materiales a ser usados son bastante caros. También cabe mencionar su gran volumen en comparación con otros gases, dándose las mismas condiciones de almacenamiento como gas comprimido, la de mayor relieve esta en el uso energético del mismo como energía renovable. Se estaría usando gaseoductos para el transporte del hidrogeno, aunque esto supondría una pregunta en cuanto a la seguridad de las tuberías, también su implicancia económica con el costo. Para llevar a cabo la llamada economía de hidrogeno, uno de los principales objetivos es su almacenamiento y para ello se realizan numerosas investigaciones que buscan hallar una forma conveniente y liviana de almacenarlo.

BIBLIOGRAFIA.

- <http://www.aah2.org.ar/almacenamiento.htm>.
- <http://estherguervos.galeon.com/4alm.pdf>.
- <http://www.panoramaenergetico.com/archivovehiculos/almacenamientodelhidrogenoespanol>
- Hoffman G. N., Emilio. Hidrogênio, Evoluir sem poluir: a era do hidrogênio, das energías renováveis e das células a combustivel. Curitiba, Brasil, 2005

ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO EN HIDRUROS METÁLICOS: VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Barreto, Patricia; Benitez, Soledad; Benitez, Magali; Bernal, Cynthia; Barresi, Osvaldo; Bogado, Natalia.

RESUMEN

Los hidruros metálicos se forman fácilmente por combinación directa del hidrógeno gas y el metal. Este proceso se invierte a altas temperaturas o al contactar con agua, pudiendo liberar hidrógeno gaseoso. Existen dos tipos de almacenamiento de hidrógeno en hidruros metálicos, los complejos e intersticiales. Esta forma de almacenamiento presenta ventajas (posee alta capacidad de almacenamiento) y desventajas (son pesados y costosos), este es eficiente y seguro, es un método limpio y se encuentran en forma comercial.

INTRODUCCIÓN

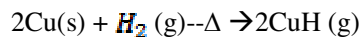
Al conocer las formas de obtener hidrogeno se necesitan conocer métodos apropiados de almacenamiento, esto representa uno de los grandes desafíos a ser alcanzados por la tecnología.

Los hidruros metálicos, son uno de los principales métodos de almacenamiento de hidrogeno de forma segura y a bajas presiones.

El objetivo perseguido dentro de la tecnología del hidrógeno es desarrollar un tanque de combustible que almacene la mayor cantidad de energía posible con el mínimo de peso, volumen y costo. Además de la cuestión de seguridad, la capacidad de almacenamiento es importante porque define la autonomía de los vehículos y aplicaciones portátiles

ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO EN HIDRUROS METÁLICOS

Hidruros metálicos: el hidrógeno reacciona con distintos metales o compuestos intermetálicos formando hidruros. Una de las características típicas de estos es la gran velocidad de difusión del hidrógeno a través del sólido a elevadas temperaturas



La formación de estos hidruros es exotérmica a pesar de la elevada energía de activación requerida para disociar la molécula H_2

Hf (ZrH₂): -170 kJ mol⁻¹ (Hf= entalpía de formación)

Hf (UH₂): -129 kJ mol⁻¹

Luego el H_2 es liberado variando la presión y/o suministrando calor (entre 180 a 350°C), o al ponerlos en contacto con el agua.

Entre los hidruros metálicos, los que principalmente se utilizan para el almacenamiento de hidrogeno son:

Hidruros metálicos complejos: en este tipo de compuestos el hidrogeno se encuentra covalentemente enlazado al átomo central Ej alanatos, boratos, amidas de los metales de los grupos I y II

Hidruros metálicos intersticiales: los átomos de hidrogeno con su pequeño tamaño se alojan en cavidades intersticiales de la red metálica. Ej. TiH1.7

Los hidruros tienen la importante propiedad de que pueden utilizarse para almacenar hidrógeno. Durante muchos ciclos de asociación-disociación, sin que disminuya su capacidad de almacenamiento.



M= metal o aleación

Los tanques de metal-hidruro, por tanto tienen en su interior una aleación capaz de absorber hidrógeno, el cual más tarde se recupera aportando calor.

Los hidruros metálicos llevan una proporción del 1-7% en peso de hidrógeno

El uso de este seguro y eficiente sistema de almacenamiento depende de identificar un metal con suficiente capacidad de absorción operando en el rango apropiado de temperatura. Más de 200 aleaciones diferentes se han estudiado siendo las más adecuadas las del grupo V de los metales de transición, tanto por su capacidad de almacenamiento como por su precio, su no decrepitación y la baja temperatura que se necesita para disociar el hidruro.

A continuación se citan ventajas y desventajas de este método de almacenamiento:

VENTAJAS

- 1) Posee una alta capacidad de almacenamiento.
- 2) Los tanques de almacenamiento de hidruros metálicos actúan a presiones normales, no existen pérdidas y producen una purificación de hidrógeno.
- 3) Es extraído mediante el aporte de calor y en caso que el tanque se dañe, el hidrógeno permanece incorporado al hidruro lo que representa una ventaja de seguridad para espacios cerrados.

DESVENTAJAS

- 1) Los hidruros metálicos son muy pesados, y no se puede aplicar a móviles livianos.
- 2) Son muy caros debido a los metales utilizados para la formación del hidruro
- 3) Posee un rendimiento malo (del 2 al 6% del peso del hidruro).
- 4) La emisión y absorción de calor asociada a los procesos de hidrogenación y deshidrogenación parece causar el descascarillado de los hidruros metálicos debido al cambio de volumen. Con el tiempo esta tendencia disminuye el tamaño de grano del lecho metálico lo que supone una limitación en el proceso.

CONCLUSIÓN

El uso de hidrógeno como combustible puede ayudar a disminuir la contaminación del medio ambiente, es por ello que actualmente se están investigando muchas aplicaciones del hidrógeno en diferentes medios. Por tanto se necesitan diversas formas de almacenamiento de buen rendimiento. El almacenamiento del hidrógeno en hidruros metálicos proporciona una buena utilidad donde el hidrógeno es absorbido por el metal satisfactoriamente. Desde un punto de vista químico, este método es muy limpio, lo que favorece al medio ambiente, pero posee un alto costo por el tipo de metal utilizado. Esta forma de almacenamiento ya posee aplicaciones en medios de transporte y resulta especialmente útil y conveniente en el caso de pequeños sistemas energéticos aislados, como hogares en zonas rurales, dónde la electricidad puede generarse a partir de las energías eólica, solar o pequeñas plantas hidroeléctricas. Comercialmente se utilizan LiBH_4 y NaBH_4 como hidruros para almacenamiento.

REFERENCIAS

- ❖ Hidrogenio. Hidro-Genio S.A empresa dedicada a la venta comercialización y de soluciones energéticas basadas en hidrógeno. Fecha de consulta: 29/10/2010. Disponible en: <http://hidrogenio.com.mx> Año de actualización: 2007.
- ❖ HOUSECROFT, Catherine; SHARPE, Alan, Química Inorgánica, Pearson Prentice Hall, Madrid, España, 2006, 960 p.
- ❖ Azkarate I.; Ezponda E.; Agote I., Hidrogeno y pilas de combustible: Estado actual y perspectiva inmediata, Inasmet-Tecnalia, Universidad Potificia de Comillas, Madrid, España. Fecha de consulta: 15/10/2010. disponible en: <http://www.upcomillas.es/catedras/crm/report07/ppts/III%20I%C3%B1aki%20Azk%C3%A1rate%20INASMET.pdf>, fecha de actualización: mayo 2007.
- ❖ Hoffman Gomes Neto, Emilio, Hidrogênio Evoluir Sem Poluir: a era do hidrogênio, das energías renováveis e das células a combustível. Curitiba, Brasil, 2005, 240p.

- ❖ ENERGIASOSTENIBLE.NET, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales- Universidad Politécnica de Madrid. Fecha de consulta: 15/10/2010 Disponible en: <http://www.energiasostenible.net>. Fecha de actualización: agosto 2010.
- ❖ The Fuel Cell Way. Fuel Cell Norway ANS, Industria de celdas de combustible. Fecha de consulta: 20/10/2010. Disponible en: <http://www.fuelcell.no/>. fecha de actualización: febrero 2010.
- ❖ Hernández, Javier, Almacenamiento de hidrógeno en materiales moleculares, 57p. (sin año, sin procedencia).
- ❖ EL FORO DE LOS CIENTIFICOS AFICIONADOS. Profesor Frank de Copenhague. Foro. Fecha de consulta: 29/10/2010. Disponible en: <http://www.cientificosaficionados.com/>. Fecha de actualización: octubre 2010.

ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO EN NANOESTRUCTURAS: PRINCIPALES METALES UTILIZADOS. IMPACTOS BIOLÓGICOS, AL AMBIENTE Y A LA SALUD

Estigarribia, Yolanda; Ferreira, Pablo; Galeano, Antonia; Torres, Julianne; Espillaga, Leoncio

RESUMEN

Existen distintas formas de almacenar hidrógeno, tanto para aplicaciones estacionarias como para el sector de transporte (en forma gaseosa, líquida, combinado químicamente o adsorbido en sólidos porosos), dependiendo su elección de diferentes factores como el proceso final en el que se vaya a emplear, la densidad energética requerida, la cantidad a almacenar y la duración del almacenamiento, la existencia de otras posibles formas de energía disponibles, los costos de operación y el impacto biológico que ocasiona.

INTRODUCCIÓN

Se podría hablar de dos tipos fundamentales de almacenamiento de hidrógeno, el estacionario y no estacionario. El estacionario, se tendría en los puntos de producción, en los puntos de distribución y en los puntos de consumo estacionario. El no estacionario, almacenamiento para la distribución y para consumo durante el transporte.

Se dará enfoque en los materiales nanoestructurados, estos son materiales en masa metálicos o cerámicos cuyo tamaño de cristal se encuentra a escala nanométrica (menos de 100 nm).

Se conocen varios materiales porosos que se utilizan para el almacenamiento del hidrógeno, como las nanoestructuras de carbón, zeolitas, nanotubos de nitruro de boro, etc.

En tanto, uno de los aspectos a superar es el de la seguridad en el almacenamiento, ya que el hidrógeno es un compuesto altamente inflamable y potencialmente explosivo en contacto con el oxígeno de la atmósfera. Por ello se deben adoptar normativas de seguridad específicas que son diferentes a las que hoy se aplican con éxito para otros compuestos como la gasolina.

NANOESTRUCTURAS DE CARBONO

La adsorción física en sólidos muestra grandes ventajas, tales como el uso de materiales de bajo costo, y las bajas presiones de operación debido a su gran área superficial, a su baja densidad y gran volumen de poros, las nanoestructuras de carbono presentan un gran potencial como material de almacenamiento del hidrógeno. El grafito es la forma más comúnmente disponible de carbono. El grafito y el hidrógeno interactúan débilmente, lo cual es positivo, ya que el almacenamiento es temporal, sin embargo, las laminas de carbono se apilan de forma muy compacta, lo que impide que

las moléculas de hidrógeno quepan para dichas laminas, y por lo tanto disminuye la capacidad de adsorción.

Con los Nanotubos de carbón, se pudo demostrar que al abrir los dos extremos de los cilindros de grafico, estos tienen gran capacidad, de adsorción y pueden almacenar reversiblemente el hidrógeno.

Dentro de las que son las configuraciones de nano estructuras de carbono, las principales son:

- Nanotubos de Carbono de Pared Simple (SWNT)

Los nanotubos forman estructuras rígidas debido a interacciones de Van de Waals limitando el área superficial. Se ha demostrado informativamente que bajo ciertas condiciones, aumentando los huecos entre las uniones de Van de Waals se aumenta la cantidad de H₂ que puede ser adsorbido. La adsorción física de H₂ con nanotubos de carbono produce un enlace débil, la adsorción química produce un enlace fuerte. En tanto, con el dopado se quiere establecer un enlace covalente débil, donde la donación del electrón de H₂, dope los tubos débiles pero que no rompa H-H

- Nanotubo de Carbón de Pared Compuesta (MWNT)

(La capacidad de almacenamiento, depende de los procedimientos de deposición, y tratamiento, métodos de carga y liberación)

La presencia de pequeñas cantidades de impurezas (sustancias), realza la capacidad de adsorción de hidrógeno de los materiales de grafitos. La adición de Potasio, mejora la capacidad de adsorción del hidrógeno. Los átomos de Potasio forman una estructura hexagonal abierta en capas, alternativas de grafito y moléculas de H₂, puede encajar en el hexagonal abierto, aumentando el índice de adsorción.

NANOTUBOS DE NITRURO DE BORO

Son aproximadamente equivalentes a los nanotubos de carbono en término de ventajas pero se basan en nitruros de boro en lugar de carbono.

ALMACENAMIENTO EN OTROS MATERIALES POROSOS-NO CARBONOS

Nanocomposites aerogeles

-Son una clase especial de espumas de celda abierta, con tamaño de poro ultra fino (menor a 50nm), elevada área superficial (400-1100 m²/g) y matriz solida compuesta de partículas interconectadas tipo coloidal o fibras con diámetro características de 10nm.

-En estos materiales la absorción de hidrogeno tiene lugar por fisorcion y através de una reacción acido-base.

-Los aerogeles de sílice son los más prometedores

ZEOLITAS

Son materiales cristalinos nanoporosos considerados con un método de almacenamiento de hidrogeno avanzado con una capacidad avanzada, máxima medida hasta la fecha de 2,5% en peso (5kg/m^3). Además, los mismos están disponibles a bajo costo, son robustos química y termoquímicamente con buena reproductividad estructural y respetuosa con el medio ambiente.

MICROESFERAS DE VIDRIOS

Se pueden utilizar pequeñas esferas de vidrio huecos, para almacenar hidrogeno de modo seguro.

Las esferas se calientan, la permeabilidad de sus paredes se incrementan, se llenan por inmersión gas hidrogeno de alta presión, luego las esferas se refrigeran hasta temperatura ambiente y el hidrogeno que detenido en su interior, y si hay incremento posterior de temperatura, libera el hidrogeno encerrado en estas temperaturas.

Pero, lo que necesita es comprender como activar/desactivar todo el proceso. Este posee un potencial de ser un medio de almacenamiento de hidrogeno portátil, seguro, económico, recargable/reciclable.

IMPACTO BIOLÓGICO

El hidrogeno, puede extraerse del gas natural, del carbón, del petróleo crudo, etc., pero la única fuente no contaminante de hidrógeno es el agua. Los átomos de hidrógeno y oxígeno presentes en el agua pueden separarse de modo fácil y no contaminante por electrólisis, usando idealmente electricidad procedente de fuentes no contaminantes, tales como paneles solares o turbinas eólicas. El hidrógeno resultante puede comprimirse para ser almacenado y utilizado en pilas de combustible

¿Contamina?, cuando se habla de hidrógeno se podría pensar en algún desastre como la de Hindenburg. Han concluido que el hidrógeno no desencadenó el incendio del Hindenburg. La altísima inflamabilidad de la cubierta de aluminio del Hindenburg provocó el desastre y no el gas contenido en su interior.

El hidrógeno es muy inflamable pero la gasolina también lo es. Además, el hidrógeno no es explosivo de por sí y si no hay una fuente de ignición, es muy improbable que el hidrógeno se prenda fuego al aire libre. El petróleo se inflama por sí mismo a temperaturas de entre 228 y 501°C, mientras que el hidrógeno recién se inflama solo a 550°C. En principio, para que se produzca una explosión, el hidrógeno tendría que acumular y alcanzar una concentración de cuatro por ciento de aire en un espacio cerrado y luego debería activarse una fuente de ignición. Si se adoptan sistemas de seguridad adecuados, es muy poco probable que esto se produzca. El hidrógeno es más liviano que el aire y se dispersa rápidamente, por lo que su riesgo de inflamación o explosión en un espacio abierto también es muy inferior al de la gasolina.

CONCLUSIÓN

El hidrógeno por sí sólo no es la solución al problema energético, precisamente porque no es una fuente de energía, sino un portador de la misma. Por tanto, aunque el sistema de conversión final sea muy eficiente es preciso considerar todo el ciclo de vida, siendo consciente de que los consumos energéticos tanto en la propia obtención como en el acondicionamiento para el almacenamiento y transporte pueden ser muy elevados.

Todo lo anterior no debe ser tomado como algo negativo, sino más bien servir de aliciente para intensificar la investigación para lograr sistemas de conversión más eficientes, sistemas productivos con menores consumos y procedimientos más eficaces de almacenamiento.

La nanociencia y nanotecnología pueden dar soluciones definitivas tanto para los problemas de eficiencia y costo de celdas de combustibles PEM como para la producción limpia y sustentable de hidrógeno y su almacenamiento.

La formación de recursos humanos en ciencia básica y el apoyo sostenido a la investigación científica en áreas prioritarias como el hidrógeno son la única oportunidad real que tenemos de formar parte de la iniciativa global a favor de esta fuente de energía limpia y renovable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Heben, M.J.; Dillon, A.C.; Gilbert, K.E.H.; Parilla, P.A.; Gennett, T.; Alleman, J.L.; Hornyak, G.L.; Jones, K.M. Hydrogen in Materials and Vacuum Systems; American Institute of Physics, 2003; Vol. CP671, 77.
- Channing Ahn. Hydrogen Storage in Metal-Modified Single-Walled Carbon Nanotubes. California Institute of Technology. DOE 2003.
- I. Azkarate, E. Ezponda, I. Agote. INASMET-Tecnalia. Hidrógeno y pilas de combustible: Estado actual y perspectiva inmediata. Disponible en:
<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/3823/fichero/3.2+Almacenamiento+del+Hidr%F3geno.pdf>

ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO: PRESIÓN SOBRE EL MEDIO AMBIENTE POR EXTRACCIÓN DE METALES.

López, Eugenia; Maldonado, Pablo; Méndez, Adriana; Meza, Patricia; Meza, Yenny; Miranda, Paz.

RESUMEN.

La economía del hidrógeno no se trata de aspectos económicos del uso del hidrógeno como combustible, sino de una nueva estructura del negocio energético y el sistema de relaciones técnico-económicas y sociales que se generarán como consecuencia del reemplazo gradual de combustibles fósiles por el hidrógeno pudiendo producirse mediante recursos domésticos por utilización de energía renovable, económicamente y medioambientalmente aceptable. Mediante ésta economía se hará posible una redistribución de poder, habrá mayor seguridad energética y calidad medioambiental, desaparecerá la dependencia de petróleo importado y podrá proporcionarse energía accesible a las poblaciones. Industrialmente se utilizan catalizadores con metales nobles, el uso de estos metales no es tan viable debido a un alto costo como a su baja disponibilidad por lo tanto se ha recurrido a metales como níquel y cobalto.

INTRODUCCIÓN.

Una de las propuestas que más auge está tomando en los últimos años, y que en la actualidad se encuentra en plena expansión, es la llamada “economía del hidrógeno”. Este término, supone modificar totalmente el modelo energético actual basado en combustibles fósiles, reemplazando éstos por el hidrógeno.

Esta visión se basa en que el hidrógeno pueda producirse a partir de recursos autóctonos, de forma económica y respetuosa con el medio ambiente, logrando además que las tecnologías de uso final del hidrógeno alcancen una penetración en el mercado importante. Si esto se logra, la economía del hidrógeno proporcionará una mayor seguridad en el suministro y una mayor calidad ambiental.

LA ECONOMIA DEL HIDRÓGENO. LA CREACIÓN DE LA RED ENERGÉTICA MUNDIAL.

Se sabe que los recursos fósiles son finitos, su extinción puede ser más próxima de lo que imaginamos y al parecer no hemos tomado suficiente conciencia de que esto pueda ser así.

El hidrógeno es un combustible eterno que no contamina y aunque se halla prácticamente en todas partes, raramente aparece en la naturaleza en estado libre, por lo que debe ser extraído. Las diversas formas de producirlo, que aunque pueden involucrar el uso de energías procedentes de hidrocarburos, se inclinan hacia la utilización de energías renovables, como la fotovoltaica, la eólica, la hidráulica y

la geotérmica; éstas, pueden generar la electricidad que se consume en el proceso de la electrólisis para descomponer el agua en hidrógeno y oxígeno.

Con el aumento de la pobreza en esta parte del mundo, el crecimiento demográfico, las economías en recesión y el peso de la deuda externa; una economía basada en el hidrógeno constituye una esperanza para los miles de millones de seres humanos que habitan la mayor parte del globo.

Desde el punto de vista ambiental, la combustión de combustibles fósiles constituye el principal causante de la emisión de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono), responsables del efecto de calentamiento global que sufre nuestro planeta.

Una de las respuestas a esta crisis que se avecina es el uso de hidrógeno como fuente de energía y su transformación en electricidad por medio de las llamadas pilas de combustible.

Así, el término economía del hidrógeno responde a una visión de futuro donde este gas, generado de forma limpia y económica, serviría para alimentar el grueso de las necesidades energéticas de la sociedad. Esta propuesta reduciría la dependencia actual sobre los combustibles fósiles, ya que el hidrógeno podría ser generado a partir de otras fuentes primarias como las renovables o la nuclear. Igualmente se disminuiría la contaminación atmosférica y la emisión de gases de efecto invernadero, puesto que el único residuo generado por una pila de combustible es agua.

Se necesitaría el desarrollo de un sistema de distribución de hidrógeno similar al que existe hoy en día para la gasolina. El almacenamiento supone otro reto aún por resolver ya que, debido a su baja densidad energética, se necesitan enormes volúmenes de hidrógeno para alimentar procesos con alta demanda energética. En la actualidad se investiga en el desarrollo de tanques de alta presión, adsorbentes porosos e hidruros metálicos que permitan almacenar cantidades suficientes de este compuesto en espacios reducidos.

CATALIZADORES EN LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO

Industrialmente se utilizan catalizadores con metales nobles (Ru, Rh, Pd, Cd, Ir y Pt), el uso de estos metales no es tan viable debido a un alto costo como a su baja disponibilidad por lo tanto se ha recurrido a metales como níquel y cobalto; los cuales han presentado un comportamiento similar frente a la reacción de reformado. El hidrógeno es absorbido fácilmente por el paladio y se difunde a una velocidad relativamente rápida cuando se calienta. El aluminio es anfótero y puede reaccionar con ácidos minerales para formar sales solubles con desprendimiento de hidrógeno.

La catálisis es vital para el éxito de la IHF por su papel en la conversión de la energía solar en energía química, producción de hidrógeno a partir de agua o de carbono que contienen combustibles como el carbón y biomasa, y la producción de electricidad a partir de hidrógeno en pilas de combustible. Los catalizadores pueden también aumentar la eficiencia de la absorción y liberación de hidrógeno

almacenado con menor necesidad de activación térmica. Los avances en la investigación catalítica afectaría la eficiencia termodinámica de producción de hidrógeno, almacenamiento y uso, y así mejorar la eficiencia económica con la que las fuentes de energía primaria - fósiles, biomasa, solar o nuclear - servir nuestras necesidades rápida desactivación por sinterización y coquización, debido a las altas temperaturas y presiones requeridas en el proceso energéticas.

IMPACTOS AMBIENTALES PRODUCIDOS POR LA EXTRACCIÓN DE METALES

Entre los impactos ambientales que puede generar la extracción de metales pueden citarse:

- Los impactos paisajísticos y la variación de la morfología del terreno (Creación de depresiones, construcción de elevaciones artificiales o Creación de llanuras por eliminación de la morfología original)
- El impacto sobre las masas de aguas continentales y marinas y los ecosistemas acuáticos (drenajes ácidos, reactivos, sulfatos, sales férricas, arrastre de partículas sólidas y materia orgánica, afección directa al nivel freático)
- El impacto sobre los suelos y la flora y la fauna asociada a ellos;
- El impacto sobre la atmósfera (emisión de gases contaminantes, partículas de polvo)
- El impacto por la contaminación ambiental con diferentes formas de energía (ruido, radiaciones, calor, etc.). Pueden ser sobre el suelo, las masas de agua y el aire.
- Finalmente, también los impactos demográficos (crecimiento o Disminución de la población).

Algunos de ellos son temporales y reversibles, como los impactos a la atmósfera, acústicos e incluso los paisajísticos, si se llevan a cabo adecuadas medidas de restauración. Otros pueden ser más duraderos y más difícilmente corregibles como la generación de estériles, tanto en forma de escombreras como de balsas de lodos, y la subsiguiente generación, en el caso de la minería metálica o de carbón, de aguas ácidas con metales pesados y otras sustancias contaminantes.

CONCLUSIÓN.

El hidrogeno es un combustible renovable, al contrario del combustible fósil, que es un combustible finito, y su combustión es la principal causa de la producción CO₂ uno de los principales gases causantes del calentamiento global.

La economía del hidrogeno busca realizar un cambio gradual de la base de la economía actual la cual está basada en el combustible fósil, y reemplazarla por el hidrogeno, con esto se busca mejorar la economía actual, la cual es controlada por las grandes empresas petroleras y los países desarrollados.

Para la producción y utilización del hidrogeno, se utilizan varios tipos de catalizadores como ciertos metales como el platino y el níquel, los cuales deben ser extraídos de minas y luego son purificados

por procesos químicos. Todos estos procesos de obtención de metales en general son costosos y pueden ser muy nocivos para el medio ambiente.

Es por ello que los científicos trabajan en busca de catalizadores más baratos y menos perjudiciales para el medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Solano, José. Hacia una economía basada en el hidrógeno .Decanato de Estudios de Post Grado. Universidad Metropolitana. Distribuidor Universidad Terrazas del Ávila. Caracas, Venezuela, 2004, 16 P.

Guervos, María. El hidrógeno como alternativa energética. 12P.

Botas, J.A; Calles, J.A; Dufour, J. Grupo de Ingeniería Química y Ambiental, Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología (ESCET), Universidad Rey Juan Carlos. 12 P.

J, Fierro; Gómez, L; Peña, M. El Hidrógeno: Un vector energético no contaminante para automoción. Instituto de Catálisis y Petroleoquímica. Madrid, España, 7 P.

Linares; José, Moratilla, Beatriz. El hidrógeno y la energía. España, 185 P.

Mendoza, Mario. Hidrógeno: la energía del futuro. 16 P.

Riveros, Gustavo. Clase: El Hidrógeno. Primera parte. F.C.Q. San Lorenzo, Paraguay, 2010, 44 p.

Riveros, Gustavo. Clase: El Hidrógeno. Segunda Parte. F.C.Q. San Lorenzo, Paraguay, 2010, 47 p.

Walter Daniel Leone. Panorama Energético. Revisado: 21 de enero de 2010. Disponible en: <http://www.panoramaenergético.com>

Dan Er Arvizu. National Renewable Energy Laboratory. Revisado: 26 de abril de 2010. Disponible en: <http://www.nrel.gov>

Organización de los Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Número 4/ Septiembre-Diciembre 2002. Disponible en: <http://www.oei.es>

LA ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO: DISMINUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN CENTROS URBANOS, IMPACTOS EN LA SALUD HUMANA.

Alonso, Victoria; Alvarenga, Lourdes; Aranda Alejandra, Álvarez, Mariángela; Báez, Leticia.

RESUMEN

La preocupación por la contaminación ambiental, en especial ante las potenciales consecuencias del efecto invernadero en el clima, y el deseo de reducir la dependencia energética ha contribuido a incentivar la búsqueda de opciones energéticas menos contaminantes, entre las que se destaca el uso del hidrógeno.

El término economía del hidrógeno significa, en este marco, la nueva estructura del negocio energético y el sistema de relaciones técnico-económicas y sociales que se generarán como consecuencia del reemplazo gradual de los combustibles fósiles por el hidrógeno; no se trata de los aspectos económicos o financieros del uso del hidrógeno como combustible.

Además de ser un elemento abundante y limpio (no emite CO₂ en su utilización), es el compañero ideal de las fuentes renovables, al ser un vector que almacena y transporta la energía. Sin embargo, los principales problemas que impiden por el momento su generalización son precisamente su almacenamiento y costo de producción.

INTRODUCCIÓN

Un futuro basado en el hidrógeno comenzó a anunciarse en el último cuarto del siglo XIX. En menos de un siglo, el uso de la madera como combustible dio paso al carbón y éste comenzó a verse amenazado por un recién llegado, el petróleo, comenzando así el proceso de “descarbonización” de la energía que llevaría inevitablemente a un futuro basado en el hidrógeno.

La descarbonización se refiere a la progresiva sustitución de los átomos de carbono por otros de hidrógeno en cada nueva fuente de energía.

Desde el punto de vista ambiental, la combustión de combustibles fósiles constituye el principal causante de la emisión de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono), responsables del calentamiento global que sufre nuestro planeta.

Una de las respuestas a esta crisis que se avecina es el uso de hidrógeno como fuente de energía y su transformación en electricidad por medio de las llamadas pilas de combustible, puesto que el único residuo generado por las mismas es agua.

Así, el término economía del hidrógeno responde a una visión de futuro donde este gas, generado de forma limpia y económica, serviría para cubrir las necesidades energéticas de la sociedad actual y futura. Esta propuesta disminuiría la contaminación atmosférica y la emisión de gases de efecto invernadero y, por ende, mejoraría la calidad de vida de los seres vivos en general.

DISMINUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN LOS CENTROS URBANOS Y EFECTOS DEL HIDRÓGENO SOBRE LA SALUD.

El hidrógeno se halla prácticamente en todas partes y raramente aparece en la naturaleza en estado libre. Se halla combinado con el agua, los combustibles sólidos y los seres vivos por lo que debe ser extraído antes de que pueda ser usado como forma de energía; es por ello que existen varias formas de producir hidrógeno.

El impacto medioambiental, depende de la forma de extracción que se utilice para la obtención del hidrógeno. Hoy aproximadamente el 95% de su producción se realiza a través de la quema de combustibles fósiles, provocando una reacción entre el gas natural y el vapor con ayuda de un convertidor catalítico. El proceso libera átomos de hidrógeno y deja como residuo gases de efecto invernadero causantes del calentamiento global.

Aunque el uso de vapor para reformar el gas natural ha demostrado ser la forma más barata de producir hidrógeno con fines comerciales, se sigue basando en un hidrocarburo y emiten CO₂ en el proceso de conversión. Sus defensores argumentan que en el futuro el CO₂ generado en el proceso podría ser aislado y guardado en depósitos subterráneos, como por ejemplo yacimientos agotados de petróleo o gas natural y lechos profundos de carbón, aunque reconocen que esto aumentaría el costo de producción de hidrógeno.

Los vehículos con celdas de combustible que funcionan mediante la electrólisis del agua para producir hidrógeno, no producen mucho ruido por lo que no generan contaminación sonora en las zonas urbanas, además el único residuo generado por estos es agua a diferencia de los que funcionan con combustibles a base de petróleo, los cuales generan dióxido de carbono nocivo para el ambiente. Sin embargo aunque la celda de combustible emita solo calor y agua como residuos, el problema de contaminación continuará presente si para generar la electrólisis se utiliza la energía procedente de las centrales que utilizan carbón para producir electricidad.

Las estadísticas indican que entre 3.700 y 6.400 muertes se producen cada año por culpa de la contaminación ambiental. La inmensa mayoría de ellas podría ser evitada gracias al empleo de motores eléctricos animados por pilas de combustibles de hidrógeno.

Por otro lado, hay algunos efectos nocivos del hidrógeno sobre la salud; el hidrógeno es extremadamente inflamable, muchas reacciones pueden causar fuego o explosión. La mezcla del gas con el aire es explosiva y la sustancia puede ser absorbida por el cuerpo por inhalación.

Altas concentraciones de este gas pueden causar un ambiente deficiente de oxígeno y debido a eso los individuos que respiran esta atmósfera pueden experimentar síntomas que incluyen dolores de cabeza, pitidos en los oídos, mareos, somnolencia, inconsciencia, náuseas, vómitos y depresión de todos los sentidos. La piel de una víctima puede presentar una coloración azul, bajo algunas circunstancias se puede producir la muerte.

No se supone que el hidrógeno cause mutagénesis, embriotoxicidad, teratogenicidad o toxicidad reproductiva. Las enfermedades respiratorias pre-existentes pueden ser agravadas por la sobreexposición al hidrógeno.

CONCLUSIÓN.

Son impresionantes los beneficios que se pueden conseguir tanto para el medio ambiente y la salud, con esta nueva alternativa energética. El hidrógeno, un elemento muy peculiar, por sus características y utilidades; es sin duda una herramienta crucial a futuro en lo que respecta a fuentes de obtención de energía, por sus innumerables aspectos positivos como por ejemplo; disminución de la contaminación atmosférica, disminución del efecto invernadero, disminución en la contaminación sonora.

Es así como, mejoraríamos la calidad de vida y evitaríamos tantas enfermedades que se asocian a la contaminación debido a los residuos procedentes de la combustión de fósiles, que a la larga se vuelven tóxicos y nocivos para la salud.

Así, tomando como principal materia prima al hidrógeno para la generación de energía con las ya conocidas celdas de combustibles por medio del proceso electrolítico, estaríamos obteniendo vehículos que se alimenten de esos recursos energéticos evitando así la emisión de CO₂, debido a que los únicos residuos producidos por estas celdas son agua y calor.

Es interesante como en un futuro no muy lejano, podríamos tener una fuente de energía que no sea nociva para el medio ambiente en general y la salud de todos los seres vivos, por eso es preciso seguir investigando e ir familiarizándose más con lo todo lo que tenga que ver con el hidrógenos y sus múltiples utilidades pues es muy importante que nosotros como estudiantes del área Química podamos ser partícipe de ello y así contribuir en la obtención de nuevas fuentes de energía que sean importantes y a la vez útiles para cada uno de los seres vivos, sin necesidad de contaminar más nuestra golpeada atmósfera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Hoffman G. N., Emilio. Hidrogênio, Evoluir sem poluir: a era do hidrogênio, das energias renováveis e das células a combustível. Curitiba, Brasil, 2005, 240 p.

Jeremy Rifkin. La economía del hidrogeno Editorial Paidós, Barcelona, España, 2007, 400 p.

Fierro, J.; Gómez, L.; Peña, M. El hidrógeno: un vector energético no contaminante para automoción. Instituto de Catálisis y Petroleoquímica, CSIC, Madrid, España, (sin año), 7 p.