

SISTEMA DE GENERACIÓN DE HIDRÓGENO VERDE A PARTIR DE UNA CELDA ELECTROLÍTICA DE UNA SOLA CÁMARA EN SECO

CAMPO TÉCNICO

Esta invención está relacionada con la generación de hidrógeno verde para ser usado como combustible, con una celda electrolítica seca, y particularmente, a mejorar la estructura de la celda electrolítica para utilizar eficazmente la corriente suministrada y la solución electrolítica empleada. El propósito fundamental es optimizar la generación de este gas para ser usado como una fuente, complementaria o sustituta de combustibles fósiles, eficaz para encender y mantener en funcionamiento motores en plantas eléctricas, vehículos y otras máquinas o herramientas.

ARTE PREVIO

En el campo de la generación de hidrógeno a partir de una solución electrolítica se presentan dos desafíos principales, el primero es lograr una electrólisis eficiente de la solución electrolítica para producir el gas de hidrógeno que será usado como combustible y el segundo es la seguridad en la realización de este proceso. Los métodos tradicionales a menudo enfrentan problemas relacionados con la exigencia de una solución electrolítica de difícil manejo lo que genera baja eficiencia, alto consumo de energía, corrosión en la celda electrolítica y problemas de almacenamiento y de uso seguro de los gases producidos, lo que finalmente limita el uso práctico del hidrógeno como fuente de energía limpia.

- La invención WO2022172241A1 presenta una planta de generación de hidrógeno (1) con una Celda Electrolítica húmeda en baño Alcalino, preferiblemente hidróxido de potasio (KOH),

que ofrece una electrólisis eficiente del agua alcalina para separar el hidrógeno del oxígeno. Cuenta con una unidad de suministro de energía (12) que proporciona energía eléctrica a la planta (1), que es regulada por una unidad de control (13) para controlar con precisión la corriente eléctrica suministrada a la celda electrolítica (11). Esta planta integra un sistema de recolección (161 A, 161 B) para recopilar de manera eficiente el hidrógeno y el oxígeno producidos, y un sistema de reciclaje de condensados (17) que recupera y recircula los condensados formados en el sistema de recolección (161 A, 161 B) de nuevo a la celda electrolítica (11), maximizando la utilización del agua. La celda electrolítica (11) consta de una o más parejas de placas 111, donde cada pareja comprende una primera placa 111 A (cátodo) y una segunda placa 111 B (ánodo). La planta (1) incluye tanques de almacenamiento, siendo un primer tanque 15A designado para almacenar hidrógeno gaseoso y un segundo tanque 15B para almacenar oxígeno gaseoso, junto con la capacidad de recopilar condensados.

Esta es una celda húmeda, por lo que tiene un principio diferente al de la celda de la presente invención.

- La invención KR20020032272A describe una celda electrolítica y un generador de gas de oxígeno/hidrógeno con una celda electrolítica que comprende una serie de placas de electrodo dispuestas a intervalos predeterminados y se alimenta con energía mediante un convertidor eléctrico. Electroquímicamente, esta celda convierte la energía eléctrica en un gas de oxígeno/hidrógeno utilizando una solución electrolítica almacenada en su interior. Se ha incorporado un medio aislante en las paredes internas de la celda electrolítica, el cual presenta partes irregulares diseñadas para ajustarse y fijar las placas de electrodo. Este aislamiento mejorado minimiza la pérdida de energía y previene la corrosión de la celda electrolítica. También cuenta con un sistema de suministro de agua conectado a la celda electrolítica para

reponer el agua consumida durante el proceso de electrólisis, asegurando un suministro constante de agua, un sistema de almacenamiento de gas que se encuentra conectado al otro lado de la celda electrolítica para guardar de manera segura el gas de oxígeno/hidrógeno generado durante el proceso y un sistema de enfriamiento que circula y enfría la solución electrolítica para mantener la temperatura interna de la celda electrolítica constante, evitando problemas relacionados con el sobrecalentamiento.

Aunque esta invención aborda algunos de los problemas asociados con la generación de gas de oxígeno/hidrógeno, es importante destacar que no se proporciona información sobre cómo se almacena y utiliza de manera segura el gas generado, lo que puede plantear preocupaciones de seguridad.

- La invención WO2011139893A1 describe un sistema generador de hidrógeno con una celda de electrodo sumergido donde la caja de la celda tiene suficiente fluido, como una solución electrolítica, para sumergir completamente las placas de electrodo en dicho fluido. Ambas caras de las placas están expuestas a la solución electrolítica y la solución electrolítica propuesta contiene un 25% de hidróxido de potasio (KOH) en peso en agua destilada. La ventaja es que no se necesita una solución de mantenimiento, y durante el funcionamiento normal, no es necesario agregar electrolito ni solución de mantenimiento. Este sistema utiliza un conjunto de placas de electrodo que consta de una placa catódica y una placa anódica, ambas separadas y en comunicación eléctrica con una fuente de alimentación. Estas placas están ubicadas en una cámara interior sumergida en la solución electrolítica. Este sistema utiliza un sistema pasivo de enfriamiento en el que la caja de la celda está rodeada por un refrigerante líquido, pero este refrigerante no circula activamente. Esto ayuda a mantener la temperatura interna de la celda bajo control. La invención elimina la necesidad de membranas

entre las placas de electrodo neutras o entre las placas de extremo y las placas de electrodo neutras. Esto simplifica la construcción y reduce la complejidad del sistema.

A pesar de las ventajas mencionadas, esta invención hace referencia a celdas húmedas, diferente a la celda de la invención que es una celda seca, además no se abordan aspectos específicos de cómo se almacena o utiliza el hidrógeno generado, lo que puede plantear preocupaciones de seguridad y aplicabilidad práctica.

- La invención KR200451102Y1 aborda el problema de sellar una celda electrolítica que opera a alta presión. Se propone un diseño innovador de celda electrolítica que incluye cámaras electrolíticas, placas de extremo interno y placas de extremo externo. Estas cámaras se apilan en serie y se sujetan entre las placas de extremo interno y externo, y cada una de estas partes tiene ranuras de posicionamiento en la pared exterior, que se utilizan para colaborar con una placa de posicionamiento. La placa de extremo externo se sella y conecta de manera fija a al menos una tubería de entrada de líquido y al menos una tubería de salida de aire. Estas tuberías pasan a través de la cubierta del tanque de sellado a presión y se conectan a ella de forma sellada y fija.

Ahora bien, aunque la invención aborda eficazmente el problema de sellado en celdas electrolíticas de alta presión, no se abordan aspectos como la seguridad y la viabilidad económica en la implementación práctica de este sistema a gran escala, lo que requeriría evaluaciones adicionales, además a no hace referencia sobre la solución electrolítica que se emplea.

- La invención JP3242058U presenta un generador de gas oxihidrógeno que busca mejorar la eficiencia en la generación de dicho gas mediante la electrólisis del agua, acelerando la

temperatura del electrolito en la unidad de celda seca al iniciar la generación de gas oxihidrógeno. El sensor de temperatura conectado al electrodo final detecta una temperatura entre 18°C y 25°C, la unidad de control de temperatura corta el suministro de corriente al electrodo de ajuste del electrodo final. Si el sensor de temperatura detecta una temperatura entre 50°C y 60°C, se activa una función de enfriamiento que incluye una bomba de circulación, un ventilador de enfriamiento, un enfriador y otros componentes. Esto permite enfriar la unidad de celda seca y mantener la temperatura bajo control.

Esta invención está centrada en el control de temperatura para asegurar la seguridad de la celda, pero no hace referencia a las condiciones que permiten la generación de gas oxihidrógeno a partir de agua.

- La invención US20120244485A1 se refiere a la generación de una mezcla de hidrógeno y oxígeno ($H_2H_2O_2$) utilizando placas cargadas positiva y negativamente dispuestas entre dos placas exteriores en un generador de celdas de combustible, donde la celda de combustible a una temperatura de operación adecuada mediante la circulación de un líquido refrigerante que proviene de un recipiente hacia las paredes de la celda de combustible. El sistema está diseñado para evitar retrocesos de llama y se incluyen dispositivos como un arrestor de chispas, un secador y un burbujeador para garantizar la seguridad de funcionamiento, además no almacena ni presuriza el gas $H_2H_2O_2$, sino que lo genera según la necesidad y el tamaño del sistema.

Así, es evidente que esta invención está enfocada a resolver los problemas de seguridad asociados a la fabricación de estas celdas, pero no hace referencia a la generación de gas a partir de solo agua o con una baja cantidad de sosa caustica.

Por lo tanto, existe la necesidad de un sistema de generación de hidrógeno verde como fuente de energía limpia para ser usado como sustituto de combustibles fósiles o como complemento de los mismos al mejorar su eficiencia y rendimiento, sea que se utilice para encender y mantener en funcionamiento motores de plantas eléctricas, vehículos y otras máquinas y herramientas.; a partir de una celda electrolítica de una sola cámara en seco, a bajo costo, que logre una electrólisis eficiente de la solución electrolítica para producir gas de hidrógeno, donde la solución electrolítica sea solo agua o la cantidad de sosa caustica requerida sea mínima, de tal manera que los problemas de corrosión y seguridad en el proceso se disminuyan notablemente.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un sistema de generación de hidrógeno verde a partir de una celda electrolítica de cámara única en seco para la generación controlada de gas HHO (hidrógeno y oxígeno), como fuente de combustible en motores de plantas eléctricas, vehículos, máquinas y herramientas,

La generación de este combustible se realiza mediante electrólisis, principalmente utilizando agua y ocasionalmente agua con sosa cáustica. La celda electrolítica se distingue por su diseño y disposición de placas.

La celda electrolítica de cámara única de la presente invención comprende un conjunto de placas dispuestas de manera particular, para la generación de gas HHO mediante electrólisis. Estas placas, clasificadas como de Electrodo Positivo (que alberga un cátodo), Electrodo Negativo (que alberga un ánodo) y Neutras (sin carga), juegan roles específicos en el proceso; las Placas de Electrodo Positivo que alojan un cátodo y son responsables de la generación del hidrógeno (H_2); placas de Electrodo Negativo que alojan un ánodo y son responsables de la generación del oxígeno (O_2); y placas Neutras

que no tienen carga y se utilizan para separar adecuadamente las placas cargadas y asegurar la eficiencia de la electrólisis. Cada una de estas placas presenta un agujero en su centro y se encuentran separadas entre sí mediante ligas de silicona o caucho, tales como anillos O-ring, para prevenir fugas de la solución electrolítica y los gases.

La celda es alimentada con una solución electrolítica desde un depósito mediante una línea de suministro y el gas HHO generado pasa por un burbujeador para su purificación antes de ser utilizado como combustible.

La celda electrolítica de cámara única utiliza una solución electrolítica específica para llevar a cabo el proceso de electrólisis con eficacia. La solución electrolítica utilizada es agua desmineralizada o, en casos preferentes, una mezcla de agua desmineralizada y sosa cáustica (NaOH). La selección de la solución garantiza la eficacia y pureza en la generación del gas y la seguridad se refuerza con un arresta llamas conectado al burbujeador para prevenir retrocesos de llama, minimizando riesgos de explosión. El uso de agua desmineralizada como solución electrolítica asegura que la producción sea lo más económica y pura posible, al evitar impurezas que puedan afectar negativamente la generación de gas HHO y la durabilidad de la celda electrolítica. Para el escenario en el que se emplea sosa cáustica disuelta, esta mezcla actúa como un electrolito, permitiendo la liberación controlada de hidrógeno y oxígeno durante el proceso de electrólisis; esta solución electrolítica se prepara cuidadosamente antes de ser introducida en la celda y su inclusión es fundamental para proporcionar la conductividad eléctrica necesaria durante el proceso de electrólisis. Sin embargo, para el escenario donde la solución electrolítica es solo agua desmineralizada, la generación de gas HHO está directamente ligada a la estructura de la celda electrolítica, el voltaje y amperaje empleados como fuente de energía de dicha celda.

Con el fin de garantizar la seguridad, se ha incorporado un arresta llamas conectado a la salida del burbujeador, para prevenir la posibilidad de retroceso de llama, lo que podría resultar en una explosión del gas HHO, dado que el gas es altamente explosivo. Una vez el gas pasa por el arresta llamas, este es conectado a una línea de descarga para su utilización como combustible para plantas eléctricas, vehículos, entre otros.

Esta celda electrolítica única permite la generación segura y controlada de gas HHO, proporcionando una fuente eficiente y limpia de energía. La configuración específica de las placas, su número y la solución electrolítica son esenciales para un funcionamiento óptimo, asegurando una generación eficiente y segura del gas HHO, fuente de energía limpia para ser usado como combustible en motores de cualquier dispositivo que requieran de esta fuente para su funcionamiento.

LISTA DE FIGURAS

FIG. 1 Sistema de generación de hidrógeno verde a partir de una celda electrolítica de una sola cámara.

FIG. 2. Sistema de generación de hidrógeno verde a partir de una celda electrolítica de una sola cámara con sistema de control.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención muestra según la figura 1. una celda electrolítica seca de cámara única (100) que comprende un conjunto de placas divididas en tres tipos distintos, placas de electrodo positivo que alojan un cátodo; placas de electrodo negativo que alojan un ánodo; y placas que no tienen carga;

además cada placa tiene un agujero en el medio y están separadas entre sí con ligas (O-ring) de silicona o caucho.

La celda electrolítica de cámara única (100) tiene una línea de suministro (301) de electrolito proveniente del depósito (300) y una salida de gas HHO que a través de la línea (110) se conecta a la región de fase líquida del depósito de solución electrolítica (300), el cual adicionalmente cuenta con una salida de gas HHO de la región de fase de gas HHO que se conecta al burbujeador (301) por la línea (310). Este burbujeador en su salida está conectado al arresta llamas (302) por la línea (320), para evitar que un contra fuego produzca una explosión del gas generado.

El gas de Brown HHO producto de la electrólisis que se efectúa en la celda (100) se transporta desde el depósito de solución electrolítica (300), pasa a través del tubo (310) al depósito de gas HHO (301) y luego se dirige al arresta llamas (302) para ser descargado por la línea (321), donde el gas HHO puede ser usado como combustible en motores que se empleen en diferentes aplicaciones, como plantas eléctricas, vehículos entre otros.

Se cuenta con un sistema de control de temperatura con dos elementos, el primer elemento es un sensor de temperatura ubicado en el depósito (300) el cual, cuando la solución electrolítica alcanza los 60° - 65°C automáticamente enciende el segundo elemento, que es el ventilador (220), lo que garantiza la seguridad del sistema y asegurar que no se produzca vapor de agua, ya que esto disminuiría la producción de HHO.

Se tiene un control de nivel del depósito de solución electrolítica (300), el cual cuenta con un sensor de nivel de electrolito ubicado en dicho depósito (300), de tal manera que cuando el agua se vaya consumiendo se inicie el suministro de la solución electrolítica, agua desmineralizada y/o la mezcla de agua y sosa caustica, al depósito (300) empleando la electrobomba (315) y se logre nivelar la cantidad de electrolito.

Se incluye un módulo electrónico (210) que permite optimizar el consumo de corriente de tal manera que con menos consumo de amperios se produzca más HHO.

Se emplea un flujómetro (FC) que mide la producción de HHO en litros por minuto.

En una realización preferida, la celda electrolítica de cámara única comprende un conjunto de placas determinado, configuradas de tal manera que los electrodos se alternen entre positivo, neutro y negativo hasta tantas placas como tenga la celda; donde la primera placa (1) aloja un electrodo positivo, la última placa aloja un electrodo negativo (11), y entre cada una de ellos la placa no tenga carga; además cada placa tiene un agujero en el medio y están separadas entre sí con ligas (O-ring) de silicona o caucho.

En una realización aún más preferida, la celda electrolítica de cámara única comprende un conjunto de once placas, donde las placas de electrodo positivo (1)(5) y (9) alojan un cátodo; las placas de electrodo negativo (3), (7) y (11) alojan un ánodo; y las placas (2)(4)(6)(8) y (10) no tienen carga; donde además cada placa tiene un agujero en el medio y están separadas entre sí con ligas (O-ring) de silicona o caucho.

En otra realización, la celda electrolítica de cámara única utiliza una solución electrolítica específica para llevar a cabo el proceso de electrólisis con eficacia. La solución electrolítica puede ser solo agua desmineralizada, o incluso una solución con una concentración de menos de 1 gr de sosa caustica por cada litro de agua desmineralizada.

En una realización más preferida, la solución electrolítica es solo agua desmineralizada, donde la celda electrolítica emplea una corriente de entre 38 a 50 voltios, con un amperaje que varía entre 3,5 a 7 amperios, para una producción de entre 1lt/ min a 2 lt/min de HHO a una temperatura del agua no mayor a 80 grados centígrados. En esta realización se logra una producción totalmente limpia de HHO como combustible, económica y eficiente y segura, donde no se oxidan las láminas de acero de la celda.

En una realización aún más preferida, la solución electrolítica consiste en una mezcla de agua desmineralizada y sosa cáustica (hidróxido de sodio, NaOH) en una concentración de 2 a 4 mg por cada litro de agua desmineralizada, dependiendo de la corriente (amperaje) que se le aplique a la celda. Lo que conlleva a una menor oxidación de las láminas de acero de la celda.

Como ejemplo de los resultados significativos obtenidos por el inventor, se presenta el siguiente ejemplo, el cual no pretende ser una limitación del dominio de la invención.

EJEMPLO 1

Se ensambla el sistema de generación de hidrógeno verde con agua desmineralizada como solución electrolítica en el depósito (300) (303), la cual es alimentada a una velocidad que depende de la corriente, el voltaje, que se le aplica a la celda electrolítica (100), que recibe un voltaje de 38 - 50 voltios y 3.5 - 7 AMP proveniente de una tarjeta electrónica (PWM) y otra tarjeta de potencia toroidal, las cuales son alimentadas por la batería (200), con los cuales se logra una producción en la salida de gas HHO (110) de aproximadamente 1 – 1.5 litros por minuto de HHO.

En lo que respecta a la celda electrolítica (100), se empleó una celda seca de once (11) placas de acero 3,16 con un diámetro expuesto al electrolito 3,4”, las cuales se encuentra conectada a la batería (200) las placas van conectadas a el módulo electrónico (210), el cual está configurado para 14.5V. 3.5 AMP y la temperatura al interior de la celda registra menos de 75° C.

EJEMPLO 2

Se ensambla el sistema de generación de hidrógeno verde con 4 mg de sosa cáustica por litro de solución electrolítica en el depósito (300) (303), la cual es alimentada a una velocidad que depende

de la corriente, el voltaje, que se le aplica a la celda electrolítica (100), que recibe un voltaje de 14.5 voltios y $3.5 \text{ AMP} = 50,75 \text{ W}$ proveniente de una tarjeta electrónica (PWM) y otra tarjeta de potencia toroidal, las cuales son alimentadas por la batería (200), con los cuales se logra una producción en la salida de gas HHO (110) de aproximadamente 2 litros por minuto de HHO.

En lo que respecta a la celda electrolítica (100), se empleó una celda seca de once (11) placas de acero 3,16 con un diámetro expuesto al electrolito 3,4", las cuales se encuentran conectadas a la batería (200), las placas van conectadas a el módulo electrónico (210), el cual está configurado para 14.5V. 3.5 AMP y la temperatura al interior de la celda registra menos de 75° C , para una producción de 13.78 Kilopascales de HHO.

El sistema de generación de hidrógeno verde para ser usado como combustible a partir de una celda electrolítica de una sola cámara en seco puede usarse ampliamente en el campo técnico de generación de HHO como fuente de combustible mediante electrólisis de agua.

La descripción previa no estará destinada a limitar la invención y puede ser utilizada de acuerdo con realizaciones diferentes sin salir del alcance de la misma.