

Una mirada a la seguridad del hidrógeno

¿Cómo reconocer al hidrógeno?

Si buscamos en la tabla de clasificación periódica encontraremos que el hidrógeno es el primer elemento con número atómico 1 y peso atómico de 1,0079. Es el más liviano y sencillo de todos los elementos siendo su densidad tan solo 0,08987 gramos por litro, es decir unas 14 veces más liviano que el aire. La molécula de hidrógeno es muy pequeña y posee un coeficiente de difusión en aire muy alto de 0,62 cm²/s, esto significa que si se escapa asciende y se dispersa rápidamente en el aire.

El hidrógeno normal es un gas incoloro, inodoro e insípido compuesto por una mezcla de 25% de para-hidrógeno y 75% de orto-hidrógeno, siendo estas variedades isómeros en las que el spin de los núcleos de los dos átomos que componen la



molécula poseen la misma dirección (orto) o direcciones opuestas (para). Las propiedades químicas de estos isómeros son casi idénticas pero sus propiedades físicas difieren levemente.

Los isótopos del hidrógeno son tres, el hidrógeno (99,985 % molar de abundancia) el deuterio (0,015 %) y el tritio que prácticamente no se encuentra en la naturaleza. Se diferencian por el número de neutrones en el núcleo, poseyendo: ninguno, 1 y 2 respectivamente.

¿Dónde podemos encontrarlo?

El aire de la atmósfera tan solo contiene 0,5 ppm de hidrógeno libre. Sin embargo el hidrógeno es el elemento más abundante de todo el universo pues se halla presente en las estrellas jóvenes y en las enormes nubes de gas suspendidas en el espacio interestelar.

En nuestro planeta es el tercer elemento más común después del oxígeno y el silicio. Combinado, forma el agua, los ácidos e hidróxidos, el petróleo, el gas natural y toda la materia orgánica. Como hidrógeno libre se lo puede hallar en las emisiones volcánicas pero como elemento químicamente combinado se lo halla en un 11% del peso del agua (compuesto más abundante del planeta), en toda materia orgánica y en los hidrocarburos.

¿Cómo identificar el producto?

El hidrógeno está identificado internacionalmente con el Número de Naciones Unidas: UN 1049 ó con el código CAS: 1333-74-0. En cuanto a la composición se entiende que se trata



AUTOR

Ing. José Luis APREA

Jefe de Tecnología de la Planta Industrial de Agua Pesada de Arroyito (CNEA)

Profesional Experto del OIEA

Profesor de la Universidad Nacional del Comahue

Experto internacional y Secretario Técnico del ISO/TC 197 en Argentina

de hidrógeno gas con un contenido mínimo de 99% de hidrógeno.

La especificación del hidrógeno como producto estará de acuerdo al tipo de aplicación en la cual habrá de ser usado según la norma IRAM-ISO 14687.

¿Cuáles son sus propiedades más relevantes?

El hidrógeno posee propiedades características únicas que definen los riesgos asociados a los sistemas que lo emplean:

- * El hidrógeno es inflamable en un amplio rango de concentraciones.
- * La energía de ignición del hidrógeno es muy baja.
- * En su forma atómica el hidrógeno puede solubilizarse en metales dando lugar a compuestos con relación estequiométrica del tipo aleaciones, o no estequiométrica del tipo hidruros.
- * El hidrógeno por fragilización puede degradar la performance de algunos materiales usados en la fabricación de recipientes de contención y cañerías, como ciertos aceros al carbono.
- * El hidrógeno se quema en aire u oxígeno con llama casi invisible a la luz del día, con muy poco calor irradiado y formando solo agua como producto de combustión.

¿Qué riesgos pueden presentarse?

El hidrógeno forma mezclas inflamables con el aire en un amplio rango de concentraciones (del 4 al 75 % en volumen) y requiere una energía mínima de ignición de 0,02 mJ, sólo un décimo de la energía requerida para la nafta. La

combinación de estos factores es la que contribuye al peligro de incendio y de explosión asociado al hidrógeno.

Si se permite que las mezclas inflamables queden confinadas se generan riesgos muy serios de explosión con consecuencias graves para personas e instalaciones.

Debido a su pequeño tamaño el hidrógeno puede pasar fácilmente a través de los materiales porosos y es capaz de ser absorbido por algunos materiales usados en los recipientes de contención pudiendo dar lugar a pérdidas de ductilidad o fragilización. En consecuencia solo deben seleccionarse materiales que no presenten susceptibilidad a la fragilización u otros daños cuando trabajan en atmósferas con hidrógeno. La norma IRAM-ISO 15916 brinda información básica confiable sobre la seguridad de los sistemas de hidrógeno.

¿Qué efectos causa sobre la salud y el ambiente?

El hidrógeno no entra en combustión espontánea. No detona al aire libre. No se descompone. No oxida, ni degrada. No compromete o pone en peligro el agua. Prácticamente puede decirse que no afecta el ambiente.

Respecto de la salud, el hidrógeno no es tóxico. Solo si el porcentaje de oxígeno en el aire disminuye por debajo de lo recomendado se comporta como un asfixiante simple. No es corrosivo. No es radiactivo. No emana mal olor. No es vehículo de transmisión de enfermedades. No causa perjuicio al feto (no es teratogénico). No es cancerígeno

¿Cómo prevenir riesgos?

Debido a la naturaleza del hidrógeno las áreas para almacenamiento deben estar bien protegidas, ventiladas, secas y separadas de oxidantes y materiales combustibles.

El hidrógeno puede escapar por grietas, juntas u orificios a través de las cuales otros gases no pueden pasar. En consecuencia la ventilación con grandes cantidades de aire es vital para lograr diluir y dispersar los pequeños escapes de hidrógeno de modo de estar siempre bien por debajo del límite inferior de inflamabilidad que es del 4% en volumen en aire. Siempre que sea posible, el hidrógeno se deberá almacenar y utilizar en ubicaciones externas abiertas, con ventilación natural.

Se deben colocar letreros que indiquen "No fumar" y "Prohibido emplear llamas abiertas" en todos los lugares de almacenamiento y áreas de uso. El tránsito y la permanencia en estas áreas pueden estar restringidos a personal autorizado.

Las localizaciones interiores deben tener ventilación adecuada para manejar los mayores escapes de hidrógeno que puedan anticiparse. Generalmente los extractores deben ser a prueba de explosión y puede resultar necesario emplear sistemas de detección y monitoreo de gases inflamables. Los sensores se deben colocar cercanos al techo por sobre el punto de escape

anticipado y se calibrarán en forma periódica. Las alarmas se conectarán apropiadamente para que sean capaces de activar mecanismos de advertencia, tales como sistemas de sonido, sirenas y/o señales visuales de advertencia tales como luces y ululares. Cuando se supera el 50% del límite inferior de inflamabilidad se suele cortar el suministro eléctrico sacando la instalación de servicio.

Debido a que el principal riesgo de los sistemas de hidrógeno es la combustión no controlada del hidrógeno liberado accidentalmente se deben tomar precauciones primarias tendientes a evitar las pérdidas y la formación de mezclas explosivas mediante el diseño conceptual seguro que deberá incluir inertización, instalaciones abiertas o adecuadamente ventiladas. También se deben eliminar las fuentes de ignición de cualquier clase incluso las chispas generadas por estática. Finalmente para minimizar el riesgo y los daños que podrían resultar en el caso de que ocurra un incendio o una explosión se deben instalar equipos "a prueba de explosión", dispositivos de venteo y alivio y sistemas de detección y extinción de incendios.

Con medidas de prevención y normas adecuadas el hidrógeno puede emplearse con riesgos similares a los de los combustibles convencionales como la nafta y el gas natural.

En resumen, los sistemas de hidrógeno pueden implementarse en forma confiable y segura si se adoptan los procedimientos y las medidas de prevención recomendadas.

ABREVIATURAS:

CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica / CAS - Chemical Abstract Service / IRAM - Organismo Argentino de certificación y normalización / ISO - Organización Internacional de Estandarización / OIEA: Organismo Internacional de Energía Atómica.

UN 1049
CAS 1333-74-0



Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable
Comisión Nacional de Energía Atómica

Tel: 011-4704-1485 www.cnea.gov.ar/ieds

Av. del Libertador 8250 - (C1429BNP) C. A. de Buenos Aires - República Argentina

Año de edición: 2009 ISBN: 978-987-1323-12-8