



Seguridad de Hidrógeno en Refinerías Petroleras y más Allá

La adopción de hidrógeno (H₂) como una fuente de energía renovable de cero-carbono promete una revolución global. La seguridad del gas de H₂, debido a su naturaleza altamente combustible, inflamable y altamente asfixiante, es un gran reto en términos de su producción y distribución.

Sin embargo, el hidrógeno se ha utilizado de manera segura por décadas en refinerías de oil & gas en aplicaciones para procesos críticos, donde sus riesgos son bien conocidos, monitoreados y ya se cuenta con lecciones aprendidas.

Características del gas de hidrógeno

Incendio, explosión y asfixia son las consideraciones primarias de seguridad asociadas con el manejo de gas de hidrógeno, considerando especialmente su amplio rango de inflamabilidad de 4-77% de volumen en el aire. Las áreas principales del riesgo pueden ser categorizadas como se muestra en la Figura 1. En las refinerías de oil & gas, con su compleja red de tanques, bombas y tuberías, cualquier fuga de H₂ es un gran riesgo en toda la instalación.

El hidrógeno es un gas invisible al ojo e incoloro, por lo que es indetectable para los sentidos humanos. H₂ es más liviano que el aire y puede dispersarse fácilmente. Se

entiende que en áreas confinadas subirá hasta el nivel del techo desplazando el oxígeno. Sin embargo, las fugas en espacios abiertos pueden ser muy difíciles de detectar, ya que su dirección es impredecible, por lo que es muy difícil detectar fugas en espacios de la refinería donde no se pueden acumular los gases.

Aplicaciones típicas en refinerías

Las refinerías petroleras son grandes productoras y consumidoras de gas de H₂. El hidrógeno juega un papel importante en muchas operaciones, desde hidro crackeo – reducción de gases y crudos pesados a un nivel molecular – hasta tratamiento de corrientes de gas y reformación catalítica.

En el proceso de reformación catalítica, H₂ también es utilizado en prevenir que el carbono reaccione con el catalizador para mantener la producción de hidrocarburos más livianos y extender la vida del catalizador. No es para sorprenderse, las refinerías utilizan largos volúmenes de H₂ que a veces son producidos en sitio o comprados a instalaciones de producción.

En las refinerías petroleras, los riesgos primarios asociados al gas H₂ incluyen enfermedades respiratorias (por deficiencia

de oxígeno), falla de componentes, ignición y quemaduras. Aunque existe una combinación de riesgos en la mayoría de los incidentes de fuga, el riesgo principal del hidrógeno es la atmósfera inflamable que puede resultar en un incendio o explosión. La energía de ignición mínima que requiere el hidrógeno en el aire a presión atmosférica es aproximadamente de 0.02 mJ, el H₂ puede hacer ignición fácilmente.

Capas de gas y seguridad de llamaradas

Para enfrentar los peligros que presenta el H₂, los fabricantes de sistemas de detección de fuego y gas trabajan en la construcción de capas de protección para reducir la propagación de los peligros. Utilizando este modelo cada capa actúa como salvaguarda, evitando que el peligro se vuelva más severo.

Los retos clave para las refinerías de oil & gas en relación con el manejo y almacenamiento de hidrógeno, con soporte de las plantas de producción de hidrógeno, incluyen la detección de fugas en espacios abiertos donde el gas no se puede acumular y se deben instalar detectores de manera adecuada en distintas zonas de riesgo. Es necesaria una estrategia de capas robusta para la detección de fuego y gas (Figura 2).

Detectar las fugas de H₂ requiere varias tecnologías sensitivas, complementarias y

distintivas que suministren protección por capas en las refinerías de oil & gas. Estas tecnologías incluyen detección ultrasónica de fugas, detección de gas convencional catalítico, células electroquímicas y detección UV/IR de llamaradas. Todo soportado por modelamiento de columnas de gas y un mapeo de distribución de gases, para demostrar la efectividad del sistema.

Detección ultrasónica de fugas de H2

Cuando el hidrógeno presurizado fuga, genera un sonido ultrasónico en el punto de escape. Los monitores ultrasónicos detectan los sonidos ultrasónicos generados por el aire producidos por un flujo turbulento sobre un nivel de presión del sonido previamente definido. Dependiendo del nivel de ultrasonido en el fondo, un simple detector puede responder a una pequeña fuga de hidrógeno a cierta distancia de la fuente.

La detección ultrasónica es ideal para el monitoreo de tuberías y recipientes presurizados (ej. en áreas abiertas bien ventiladas de instalaciones de almacenamiento, que van de grandes sitios a pequeños almacenes). Estos detectores cuentan con una capacidad de alta respuesta, emitiendo una alarma rápidamente en el mismo tiempo que le toma al sonido ultrasónico llegar desde la fuente de la fuga hasta el detector a la velocidad del sonido.

Detección del punto de gas en fugas de H2

En la detección de punto catalítico de gas, el gas entra al sensor a través de un disco

sinterizado, hace contacto con pellistores y es oxidado. Un puente de Wheatstone convierte el cambio en la resistencia en una señal de sensor que es proporcional al nivel de gas presente. Los resultados pueden ser leídos de manera local mediante el display del detector o remotamente. Su rango operativo se encuentra entre el 0-100% LEL.

Sensores electroquímicos alternativos son utilizados cuando la reacción electroquímica genera una corriente proporcional a la concentración del gas. El sensor contiene un gel o electrolito y electrodos. El gas entra mediante una membrana; la oxidación ocurre en el electrodo de trabajo y la reducción ocurre en el electrodo contrario creando una corriente de flujo de iones, que es convertida y presentada como la lectura del gas.

El rango operacional de las celdas electroquímicas de H2 se encuentra entre 0-1000 ppm. Su capacidad de detectar estos niveles de ppm en bajas concentraciones de gas las hace adecuadas para áreas donde el gas H2 puede ser contenido por una cobertura, como la cubierta de un compresor, donde típicamente se requiere la temprana detección de una fuga de gas.

Detección de llamas de hidrógeno

En el caso que ocurren llamas o incendios resultantes de fugas de gas no detectadas, los detectores de llamas de H2 emiten una alerta para utilizar los sistemas de supresión de incendios y tomar otras acciones de seguridad. Estos detectores monitorean de manera simultánea radiación infrarroja (IR) y ultravioleta (UV) en distintas longitudes de onda.

Cuando el hidrógeno arde, emite radiación en el espectro infrarrojo por las moléculas de agua caliente o de vapor creadas por la combustión. Un algoritmo que procesa la modulación de la radiación IR reduce las falsas señales creadas por objetos calientes y reflexiones de la luz del sol. El detector UV es típicamente un tubo de descarga que detecta radiación UV profunda.

El beneficio clave de utilizar sensores UV e IR en un mismo instrumento es que la única fuente de alarma que existe entre las dos tecnologías es un incendio real. Debido a la absorción de la atmosfera, la radiación solar con ciertas longitudes de onda no llega a la superficie de la tierra, eliminando falsas alarmas de radiación solar cuando el rango es monitoreado.

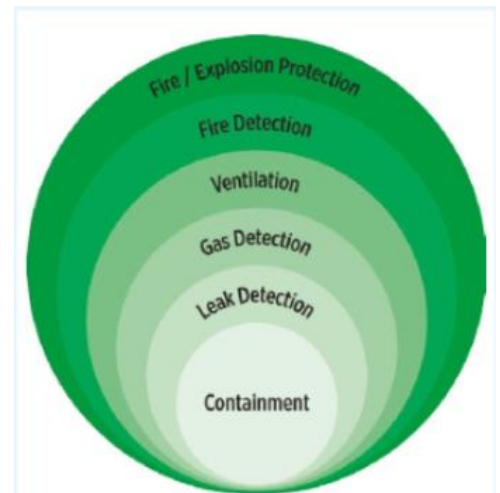


Figure 2: H₂ hazards layers of detection – Image: MSA

Si desea leer acerca del autor puede hacer [click aquí](#).

Propensity to leak	Propensity to ignite	Fire consequences	Human related
<ul style="list-style-type: none"> • Small molecular size and permeation properties • Extremely high diffusivity 	<ul style="list-style-type: none"> • Very low ignition energy • Fast detonation • Wide flammability range 	<ul style="list-style-type: none"> • Invisible flame with low thermal radiation • High flame temperature 	<ul style="list-style-type: none"> • Potential injury or loss of life • Colourless, odorless and tasteless gas

