

Actualización

27 de julio de 2020

Resumen del incidente

- El 26 de octubre de 2019, se produjo una liberación de agua que contenía sulfuro de hidrógeno, un gas tóxico, en una instalación llamada "estación de inundación de agua" que se utiliza para mejorar la extracción de petróleo en los depósitos subterráneos. La liberación hirió fatalmente a un empleado y a su esposa. Esta instalación es operada por Aghorn Operating, Inc. (Aghorn)

Información de contexto

- Hay dos etapas de extracción de petróleo en los depósitos subterráneos de hidrocarburos, primaria y secundaria. La recuperación primaria utiliza la presión natural en los yacimientos subterráneos para hacer que el petróleo fluya a la superficie en los pozos perforados [1] [2]. Sin embargo, a medida que se extrae el crudo del depósito, disminuye la presión que conduce el hidrocarburo a la superficie. Para contrarrestar esta disminución de la presión, las empresas pueden optar por realizar una recuperación secundaria. La recuperación secundaria implica el uso de equipos para aumentar la presión en el depósito. Esto se hace típicamente inyectando agua, gas o una mezcla de agua y gas en el depósito a través de lo que se conoce como "pozos de inyección" [1].
- La "inundación de agua" es un tipo de recuperación secundaria que aumenta la presión en los depósitos subterráneos de petróleo al bombear agua, a alta presión^a, en una serie de pozos de inyección. Esta técnica puede aumentar la cantidad de petróleo recuperado en un 30% [1] [2]. El incidente del 26 de octubre ocurrió en una estación de agua de Aghorn.
- La figura 1 ilustra el proceso de extracción de petróleo y agua de Aghorn. El petróleo y el agua se extraen de depósitos subterráneos y se envían a una batería del tanque, donde el agua se separa del petróleo. El agua, llamada "agua producida" después de separarse del petróleo, generalmente contiene otros componentes, incluido el sulfuro de hidrógeno, un gas tóxico que se sabe que está presente en los depósitos de petróleo y gas en el área. Después de separarse del aceite, el agua producida se transfiere por una tubería a la estación de inundación de agua, y el crudo se envía fuera del sitio para ser procesado.

^a Las pruebas en las ubicaciones de los pozos que alimentan agua producida a la estación de inundación de agua contenían 554 ppm de gas sulfuro de hidrógeno.

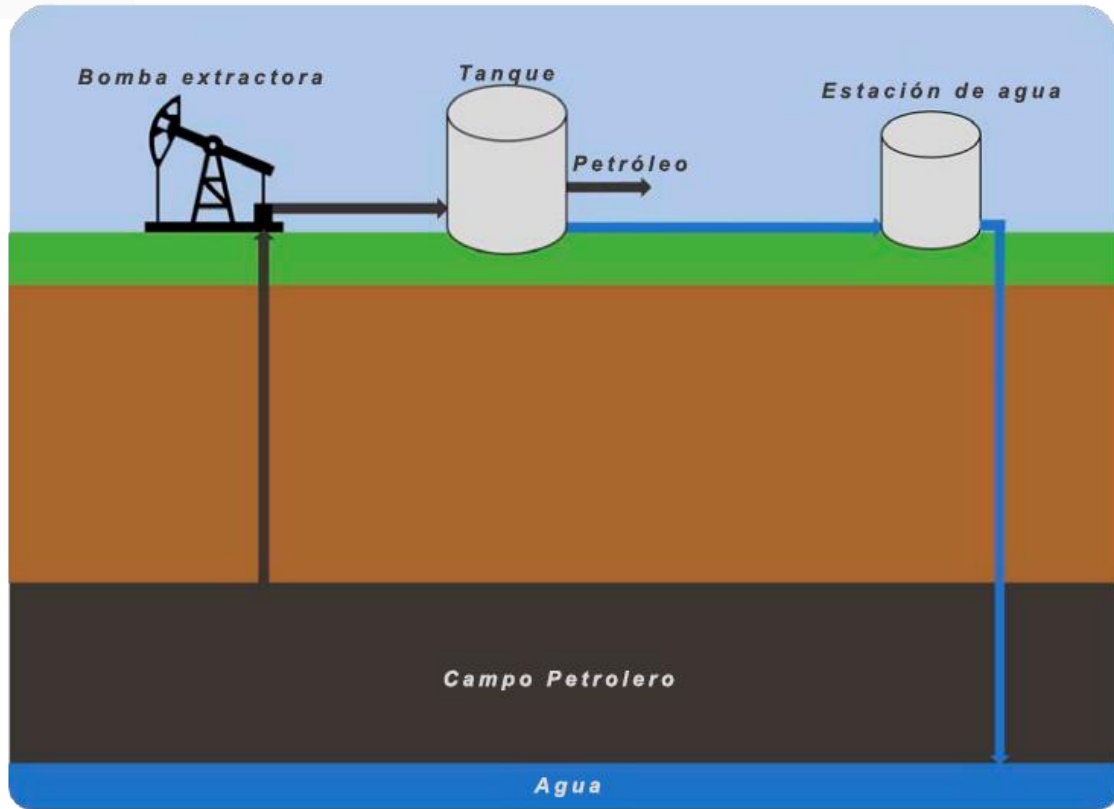


Figura 1. Ilustración de la extracción de aceite de Aghorn y el proceso de inyección de agua. Petróleo y agua se extraen de los depósitos subterráneos y se alimenta a una batería de tanque que separa el agua del petróleo. El agua producida alimenta la inyección de agua. Estación, que luego bombea el agua de regreso al depósito para aumentar la presión del yacimiento. (Crédito: CSB)

- El agua producida se recoge en un tanque de agua en la estación de inyección de agua (Figura 2).^a El tanque está conectado por una tubería a una "casa de bombas" donde las bombas de desplazamiento positivo presurizan el agua producida a aproximadamente 900 libras por pulgada cuadrada (psi) y vuelva a inyectarlo en los depósitos de aceite. Aghorn le dijo al CSB que un operador inspecciona la estación de inyección de agua dos veces al día durante las rondas de rutina y que también responde a las instalaciones si hay una alarma.^b

^a Un segundo tanque más grande en la estación de inyección de agua se usa como tanque de reserva durante el mantenimiento.

^b Aghorn informó al CSB que el empleado tomará lecturas del equipo, examinará las bombas e inspeccionará los terrenos cuando visiten la estación de inyección de agua.



Figura 2. Vista aérea de la estación de inyección de agua Aghorn Operating en Odessa, Texas, a la mañana siguiente del incidente. (Crédito de la foto: Ector Oficina del Sheriff del condado, destacada por la Junta de seguridad química de EE. UU.)

- El sulfuro de hidrógeno es un gas inflamable e incoloro que tiene un olor similar al de los huevos podridos [3]. El gas es más pesado que el aire y se acumula en áreas bajas. Cuando una persona está expuesta al sulfuro de hidrógeno durante un período prolongado o en altas concentraciones, puede perder su capacidad para oler el gas. Esto se llama fatiga olfativa. Los documentos de OSHA advierten que el sentido del olfato no debe usarse como método de detección de sulfuro de hidrógeno. Según el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH), un nivel de 100 partes por millón (ppm) es Inmediatamente Peligroso para la Vida o la Salud (IDLH) [4].^a Los niveles de sulfuro de hidrógeno por encima de 500 ppm pueden provocar el colapso de una persona en unos cinco minutos. Cuando los niveles superan las 700 ppm, el colapso puede ocurrir en una o dos respiraciones [5].
- La estación de inyección de agua está equipada con un sistema de detección de sulfuro de hidrógeno. Este sistema consta de ocho detectores colocados en toda la estación, dos de los cuales se encuentran dentro de la casa de bombas. Aghorn informó al CSB que el sistema de detección de sulfuro de hidrógeno está diseñado para que cuando cualquiera de los sensores detecte sulfuro de hidrógeno en ciertas concentraciones, se envíe una señal a un tablero de control en la casa de bombas, que activa una notificación telefónica a un empleado de Aghorn y enciende una luz en la parte superior de la casa de bombas (Figura 3).^b

^a NIOSH elige valores IDLH (1) para asegurar que el trabajador pueda escapar de un ambiente contaminado dado en caso de falla del equipo de protección respiratoria y (2) para indicar un nivel máximo por encima del cual solo un aparato de respiración altamente confiable, proporcionando el máximo se permite la protección de los trabajadores. <https://www.cdc.gov/niosh/idlh/default.html> (consultado el 30 de enero de 2020)

^b Este proceso es automático y no requiere la intervención de los empleados.



Figura 3. Luz diseñada para iluminar cuando se detecta sulfuro de hidrógeno en las instalaciones.

Descripción del incidente

- En la noche del 26 de octubre de 2019, el componente de una de las bombas^a dentro de la casa de bombas falló (se analiza a continuación), lo que provocó la liberación de agua producida que contenía sulfuro de hidrógeno. A las 6:38 p.m. el tablero de control de la casa de bombas registró una alarma de alto nivel de crudo. Los registros telefónicos muestran que cinco minutos después, a las 6:43 p.m., el sistema de alarma activó una notificación telefónica automática a un empleado de Aghorn.^b Como parte de las tareas laborales normales, el empleado condujo hasta las instalaciones para determinar la causa de la alarma. Después de entrar a la casa de bombas, el empleado fue diezmado por el gas de sulfuro de hidrógeno.^c
- Alrededor de las 9:30 p.m., sin haber tenido noticias de su esposo durante algunas horas, la esposa del empleado y sus dos hijos se dirigieron a la estación de agua en su vehículo personal para ver cómo estaba. Después de llegar a las instalaciones, parece que ella entró en la casa de bombeo para buscar a su esposo y también se sintió abrumada por el gas de sulfuro de hidrógeno.^e
- A las 9:58 p.m., los socorristas recibieron una llamada sobre un "posible hombre caído" y enviaron una ambulancia a la ubicación aproximada de la estación de inyección de agua. Los socorristas llegaron a las instalaciones y observaron un olor alrededor del edificio que les hizo creer que había una liberación de sulfuro de hidrógeno en el área. Según su evaluación de la situación, los socorristas estaban evacuando a un lugar seguro cuando notaron a uno de los dos niños en el asiento trasero del automóvil de la esposa. Después de llegar a un lugar seguro, un personal de emergencia se puso el equipo de protección, incluyendo un aparato de respiración autónomo (SCBA), regresó a la estación de inyección de agua y rescató a los dos niños.^e
- Se llamó a los primeros socorristas adicionales al lugar para ayudar con la búsqueda del empleado desaparecido y su esposa. Los cuerpos tanto del empleado como de su esposa fueron encontrados dentro de la casa de bombas. El agua producida que contenía gas sulfuro de hidrógeno continuó goteando de la bomba. Varias veces durante la noche, los socorristas detectaron hasta 150 ppm de gas sulfuro de hidrógeno

^a Hay tres bombas dentro de esta estación de inyección de agua. Los tres están contenidos en la estructura denominada "casa de bombas"

^b No había empleados presentes en la instalación cuando se disparó la alarma.

^c Informe de autopsia del médico forense del condado de Ector

^d Los dos niños tenían 6 y 9 años

^e Informe de autopsia del médico forense del condado de Ector

así como un caso en el que el medidor pasó "por encima del límite".^a

- El 27 de octubre de 2019, siguiendo las instrucciones de los empleados de Aghorn, los servicios de emergencia cerraron una válvula que aisló la casa de bombas del tanque de agua, deteniendo el flujo de agua producida fuera de la bomba.

Actividades posteriores al incidente

- El examen de la bomba reveló que uno de los "émbolos" de la bomba estaba roto (Figura 4).^b Este es el probable punto de liberación del agua producida.

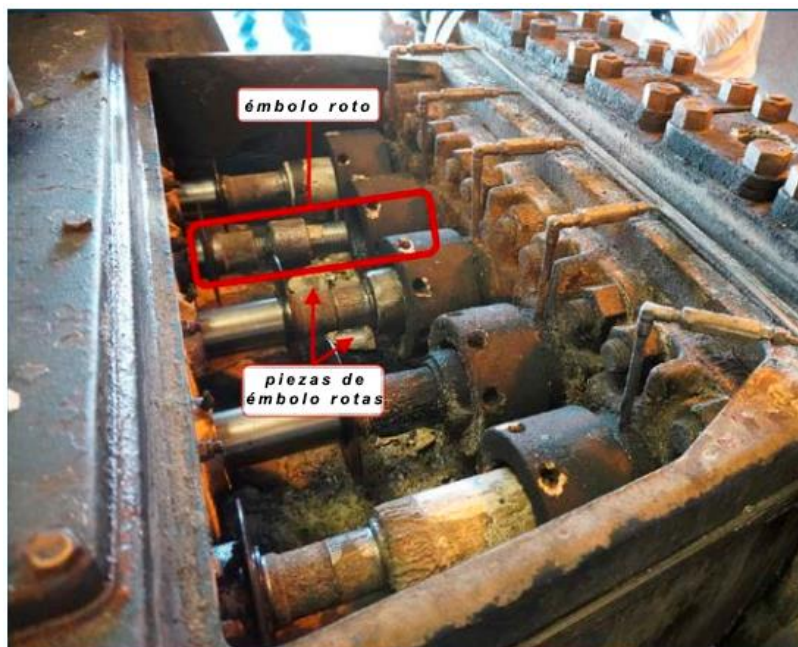


Figura 4. El émbolo, el segundo desde atrás, parece haberse roto. Este era el punto de liberación probable del agua producida.

- Las pruebas realizadas después del incidente revelaron que el sistema de detección de gas de sulfuro de hidrógeno puede no haber funcionado como se esperaba. Los servicios de emergencia y los empleados de Aghorn que respondieron al incidente no vieron la luz de alarma de sulfuro de hidrógeno en la parte superior del edificio iluminada.

^a Pasar "por encima del límite" significa que el detector no pudo medir con precisión la cantidad de gas H₂S en el aire debido a que la concentración está por encima del límite máximo del sensor.

^b El tipo de bomba involucrada en este incidente se denomina bomba de émbolo de desplazamiento positivo. Una demostración de cómo funciona este tipo de bombas puede ser visto: <https://www.youtube.com/watch?v=C2VOcfkGNY4>

Pasos a seguir

Como parte de su investigación para determinar la causa o causa probable de este incidente, la CSB analizará varias áreas clave. Estas áreas incluyen, pero no se limitan a:

- Pruebas adicionales de equipos y sistemas de las instalaciones.
- Los sistemas de gestión de seguridad de Aghorn incluyen:
 - Requisitos del equipo de protección personal
 - Sistemas de integridad mecánica
 - Procedimientos de operación
 - Diseño de equipos

La investigación está en curso. Al concluir la investigación, el CSB publicará un informe final de investigación que incluirá hallazgos, análisis y recomendaciones si es apropiado.

Referencias

- [1] V. S. Vishnyakov, B. Salmanov and E. Ahmad Zeynalov, "Oil recovery stages and methods," in Primer on Enhanced Oil Recovery, Gulf Professional Publishing, 2020, pp. 53 - 56.
- [2] Office of Fossil Energy, "Enhanced Oil Recovery," [Online]. Available: <https://www.energy.gov/fe/scienceinnovation/oil-gas-research/enhanced-oil-recovery>. [Accessed 04 2020].
- [3] Occupational Safety and Health Agency, "OSHA Fact Sheet - Hydrogen Sulfide," [Online]. Available: https://www.osha.gov/OshDoc/data_Hurricane_Facts/hydrogen_sulfide_fact.pdf. [Accessed 04 2020].
- [4] The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), "Table of IDLH Values - Hyrdogen Sulfide," May 1994. [Online]. Available: <https://www.cdc.gov/niosh/idlh/7783064.HTML>. [Accessed 30 January 2020].
- [5] US Department of Labor - OSHA, "Hydrogen Sulfide," [Online]. Available: <https://www.osha.gov/SLTC/hydrogensulfide/hazards.html>. [Accessed 30 January 2020].