

ESTUDIO DE CASOS

DM Petroleum Operations confía en el medidor de flujo FPI Mag para el entorno hostil de una reserva petrolífera estratégica de EE. UU.



ESTUDIO DE CASOS

DM Petroleum Operations confía en el medidor de flujo FPI Mag para el entorno hostil de una reserva petrolífera estratégica de EE. UU.

Por Nicholas Voss, Director de Producto, McCrometer

Información general

Las últimas pruebas realizadas por DM Petroleum Operations Company con el medidor de flujo FPI Mag de McCrometer siguen confirmando la fiabilidad y el rendimiento precisos del medidor en dos líneas de eliminación de salmuera en Texas para la reserva petrolífera estratégica (SPR) de EE. UU. Los primeros medidores de flujo FPI Mag se seleccionaron para realizar pruebas periódicas en las líneas de salmuera en 1996, y la última generación del medidor FPI Mag valida el rendimiento fiable del que ya vienen dando muestras los instrumentos hace más de 17 años.

“Llevamos años confiando en este medidor de flujo para realizar pruebas. Hasta la fecha, siempre hemos realizado las pruebas con éxito”, comentaba James Nguyen, ingeniero de oleoductos sénior en DM.

Con una capacidad de 727 millones de barriles, la reserva petrolífera estratégica de los EE. UU. es la reserva más grande de extracción de crudo de emergencia del gobierno.



Figura 1: Reserva petrolífera estratégica de EE. UU.

Levantada tras la crisis del petróleo de 1973-74, la SPR ofrece al país una alternativa en caso de que la economía estadounidense se vea amenazada por una interrupción del suministro de petróleo. Es también un componente decisivo para que Estados Unidos pueda cumplir con sus obligaciones de la Agencia Internacional de la Energía para mantener las existencias de petróleo de emergencia, e igualmente ofrece una reserva de combustible para la defensa nacional.

El petróleo se almacena en cúpulas de sal artificiales creadas mediante la inyección de agua dulce en los depósitos de sal; al disolverse la sal y se abre una caverna para almacenamiento. Para recuperar el crudo de las cavernas de sal, se bombea agua por el fondo y, al flotar en el agua, el crudo sube a la superficie desde donde se transfiere a oleoductos interestatales o se carga en barcos. Cuando el crudo se almacena, el agua de salmuera se bombea y extrae para su eliminación.

DM Petroleum Operations Company, Inc., anteriormente DynMcDermott, tiene la concesión de la gestión de la reserva otorgada por el Departamento de energía de EE. UU. DM lleva encargada de la gestión de la reserva desde 1993. La empresa gestiona dos emplazamientos de almacén: dos en Louisiana y dos en Texas.

Problema

La Agencia de protección medioambiental (EPA) de los EE. UU. requiere pruebas periódicas de la integridad en cada línea de eliminación de salmuera de la reserva para detectar posibles escapes. La velocidad de flujo se mide de forma simultánea en un punto en la costa y en un segundo punto en el golfo de México, cerca de las toberas de dispersión. Los medidores se transportan por gabarra a alta mar, se insertan para las pruebas y se retiran de la línea y almacenan hasta que se realizan las siguientes pruebas. Los flujos en la costa y alta mar se miden con medidores de flujo y se comparan para determinar si el oleoducto tiene un escape. Los criterios para



Figura 2: Buceadores probando las líneas de salmuera

una prueba correcta es una diferencia máxima de un 4 % entre las dos mediciones.

Las dos líneas de Texas se comprueban una vez al año, por lo general entre mayo y junio, cuando las condiciones climáticas son más suaves y antes de la temporada de huracanes. La línea de salmuera de Big Hill, en el condado de Jefferson de Texas, mide 14 millas, con tuberías de 48 pulgadas de diámetro, y es una de las aplicaciones de medición de flujo que más dificultades entraña para el Departamento de energía. El segundo emplazamiento es un oleoducto de 24 pulgadas situado a unas seis millas en alta mar. En el pasado, se usaba un medidor tipo tubo de Pitot para medir el perfil de la tubería y el flujo en los dos puntos.

El tiempo que los buceadores necesitaban para completar el perfil del flujo en el mar del golfo y los resultados pobres llevaron a buscar una solución de medición con mejores características.

Los medidores, el personal y los buceadores se transportaron hasta el emplazamiento en alta mar con un bote elevado, básicamente una gabarra con patas. Una vez allí, las patas se bajan para levantar la gabarra del agua, y servir como plataforma de trabajo estable. Los buceadores localizan la apertura en la tubería, que está a una profundidad de unos 40 pies para la línea de salmuera de Big Hill, e insertan el sensor del medidor FPI. Una vez insertado, la salmuera fluye por la tubería y se recopilan los datos del flujo, que se registran en intervalos de un minuto, durante un período de prueba mínimo de dos horas.

Simultáneamente, en la costa se realiza el mismo tipo de prueba. El personal en la costa conecta el convertidor de McCrometer directamente a un portátil para convertir la señal eléctrica del sensor en datos de velocidad de flujo en tiempo real. A continuación, el sistema integrado compara las mediciones en la costa y alta mar. Se considera que la prueba ha obtenido resultados correctos con una diferencia máxima de un 4 % entre las mediciones. Las pruebas se envían a la EPA y con estos resultados la agencia determina si renovar el permiso de vertidos de la reserva.

Solución

DM probaba la línea de salmuera de Big Hill con medidores de flujo FPI Mag. Los medidores de flujo FPI Mag sustituyeron a los medidores de tubo de Pito problemáticos durante un período de 2 horas el 29 de junio de 1996. Los flujos registrados desde los medidores de flujo FPI Mag se ajustaban al 0,21 % y demostraron que eran la elección perfecta para esa tarea tan exigente.

Los medidores originales de FPI Mag y las generaciones posteriores del producto se han seguido



Figura 3: El medidor de flujo FPI Mag de McCrometer

utilizando para las pruebas periódicas desde que empezaron a usarse para esta aplicación. La última prueba, nuevamente realizada con medidores FPI Mag, confirma los resultados de su rendimiento.

En palabras de Nguyen: “La precisión es sumamente importante para el proceso de prueba en términos de tiempo y dinero. No podemos permitirnos tener equipos que no funcionen bien. El coste de la prueba anual es de sólo 200.000 \$ para la contratación del bote, un equipo de cinco buceadores y la instalación del equipo. Aparte tenemos nuestro personal en la costa y alta mar”.

El medidor magnético FPI Mag de nueva generación combina la facilidad de la instalación mediante derivación sobre tubería en carga con una capacidad de medición precisa en todo el perfil del flujo. El medidor FPI Mag tiene una precisión de lectura de un $\pm 0,5$ % desde 1 ft/s a 32 ft/s (0,3 m/s a 10 m/s), y de hasta un ± 1 % desde 0,3 ft/s a 1 ft/s (0,1 m/s a 0,3 m/s), y se instala en tuberías de tamaño de 4 a 138 pulgadas.

Gracias a su diseño de inserción compacto, el medidor FPI Mag se instala fácilmente en espacios de acceso limitado y resulta una solución rentable para aplicaciones nuevas o de readaptación. También se puede desconectar de las tuberías a presión para una fácil inspección, limpieza o calibración sin tener que ejecutar ninguna secuencia costosa de paralización y puesta en marcha, con la consiguiente reducción de costes de propiedad de los instrumentos y de mantenimiento de la planta.

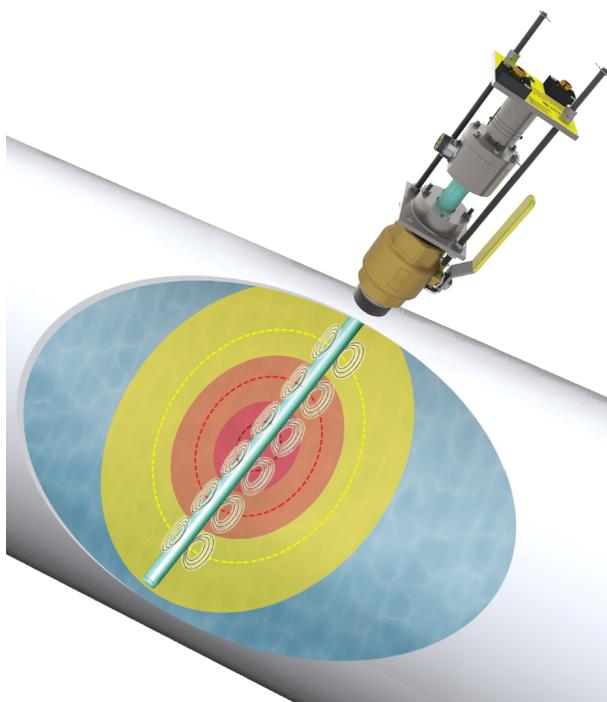


Figura 4: Los diversos electrodos del FPI Mag crean un campo magnético en todo el perfil de la tubería

Tecnología de medidor FPI Mag

Los medidores de flujo magnéticos, incluido el FPI Mag, funcionan según el principio de la *Ley de inducción electromagnética de Faraday* para medir la velocidad del agua. Este principio de funcionamiento es el siguiente: si un elemento conductor, como el agua, pasa por un campo magnético, se produce una tensión que es directamente proporcional a la velocidad del agua al pasar por el campo.

El exclusivo sensor del medidor de flujo FPI Mag incluye varios electrodos a todo alrededor del diámetro de las tuberías (Fig. 5). Las bobinas electromagnéticas del interior del sensor producen campos magnéticos. Los pares de electrodos de acero inoxidable instalados en el exterior del sensor captan la tensión inducida ocasionada por el agua circulante. El total de cada señal de tensión se transmite a los componentes electrónicos del convertidor, donde se convierte en una velocidad de caudal media. Seguidamente, el convertidor multiplica la velocidad de flujo media por el área transversal del tubo para obtener una velocidad de flujo volumétrica.

La detección con varios electrodos permite mediciones precisas sin largos tendidos de tuberías aguas arriba ni aguas abajo. El FPI Mag admite un gran rango de aplicación, y el diseño de sensor de varios electrodos compensa los perfiles de flujo variables, incluso en condiciones de remolino, turbulencia y flujo bajo. La configuración exclusiva del sensor del FPI Mag

mide y registra continuamente la velocidad de flujo media en todo el diámetro de la tubería para una mayor precisión y repetitividad.

El FPI Mag es una solución sencilla que usa el convertidor de señal "plug-and-play" preprogramado. Este convertidor, estándar con todos los medidores magnéticos de McCrometer, integra dos salidas de 4-20 mA para ofrecer opciones de comunicación, salidas programables extras para los sistemas SCADA y una estructura de menús simplificada fácil de usar.

El FPI Mag consta de un cuerpo de sensor de acero inoxidable 316 reforzado para una máxima integridad estructural, y para esta aplicación los electrodos Hastelloy® opcionales compatibles con el entorno de agua de mar corrosiva. El sensor se recubre con un revestimiento de 3M y con certificación NSF consistente en la pulverización de resina epoxi, lo que garantiza su durabilidad operativa. Al carecer de piezas móviles y diseñarse de una sola pieza, el medidor de flujo FPI Mag no contiene componentes que puedan desgastarse ni romperse, y no suele presentar problemas de atascos por acumulación de suciedad u otros restos.

Conclusiones

"Con el paso de los años, el diseño de fibra de vidrio original se ha actualizado a otro de acero. La mayor resistencia del producto lo hace más indicado para este entorno tan hostil. Tenemos que tener garantías del funcionamiento preciso del equipo para que no sea necesario repetir las pruebas. Dudo que otro medidor pudiera hacer el trabajo con estos requisitos", comentaba Nguyen.

Tras más de una década realizando pruebas periódicas, el medidor de flujo FPI Mag sigue demostrando un rendimiento preciso en entornos difíciles. Por su exclusiva capacidad de detección multipunto, conversión inteligente de la señal y diseño de carcasa robusto, el medidor es una elección perfecta para toda una serie de aplicaciones de medición del agua en procesos industriales.

[Más información](#)