



Figura 1. Un muestreo frecuente puede ayudar a detectar problemas antes de que ocurran o se agraven.

CONTROL PARA MANTENIMIENTO

Matthias Schopf, Eastman, Alemania, comparte la importancia de incluir un sistema de control de fluidos al diseñar y operar sistemas de fluidos de transferencia de calor.

A la hora de diseñar y poner en funcionamiento un sistema de fluidos de transferencia de calor, un aspecto importante del mantenimiento que a veces no es considerado prioritario, es el control de las condiciones de los fluidos de transferencia de calor

en servicio. Si se toman las medidas correctivas adecuadas en el momento correcto, no solo podrá prolongarse la vida útil del fluido de transferencia de calor, sino que también se reducirá el riesgo de fallas indeseables del equipo o interrupciones imprevistas. Los contratos de las aseguradoras y las normas locales también podrían estipular un control regular de los fluidos. Por último, un historial de muestreo frecuente permite realizar comparaciones que ayudan a detectar problemas antes de que ocurran o se agraven. Por lo tanto, la inclusión de un esquema de control de fluidos con un equipo apropiado para tomar muestras seguras y confiables debe ser parte

del diseño y del manual operativo de cualquier sistema de transferencia de calor.

Los puertos de muestreo deben diseñarse para permitir la recolección segura de muestras representativas. El puerto debe estar conectado a una línea que contenga líquido fluyendo y permitir purgar la línea antes de tomar la muestra.

Podría ser necesario enfriar la muestra a temperaturas por debajo de los 60°C (140°F) para prevenir quemaduras térmicas, pero también para evitar que haya una evaporación indeseada de humedad potencial y bajos componentes de ebullición en la muestra. Después del muestreo, es necesario sellar la botella inmediatamente, y mantenerla segura y apta para su manipulación y transporte. Algunos proveedores de fluidos de transferencia de calor proporcionan kits de muestreo que contienen botellas adecuadas e instrucciones para la toma y transporte de la muestra.

Debe establecerse un programa adecuado para el muestreo de fluidos de transferencia de calor desde un comienzo. Para un nuevo sistema, la primera muestra (que será considerada como la base) deberá tomarse dentro de las 24 horas a partir de que la planta comienza a funcionar. La segunda muestra deberá recolectarse aproximadamente seis meses después del inicio de actividades, y a partir de allí anualmente. Se deben analizar muestras adicionales después de una limpieza del sistema, sustitución de fluido o cambios importantes en las condiciones de operación (p. ej., cuando se usa un fluido diferente o se aumentan las temperaturas de operación). Además, en caso de que hubiera problemas con el funcionamiento del sistema, deberá analizarse el fluido de transferencia de calor para determinar si sus propiedades han cambiado de tal forma que esto contribuye a la aparición de los problemas o para excluirlo de la lista de causas potenciales.

¿Qué propiedades deben evaluarse para determinar el estado del fluido en servicio?

Humedad

El exceso de humedad en sistemas de alta temperatura puede conducir a interrupciones en el flujo del fluido debido a su bajo punto de ebullición y, por lo tanto, podría causar evaporación (o inflamación) en la entrada de la bomba, lo cual crearía cavitación. En sistemas de enfriamiento, la humedad podría bajar la eficiencia de la transferencia de calor debido a la formación de cristales de hielo en las superficies del enfriador. Las fuentes típicas de humedad pueden ser residuos que provienen de la construcción y prueba, contaminación con fugas de agua procesada o entrada de humedad a través de depósitos de expansión abiertos a la atmósfera.

Acidez

Una causa del aumento de la acidez, usualmente reportada como el índice de acidez total, puede ser la oxidación del fluido, que ocurre con frecuencia cuando el fluido caliente está expuesto al aire en un depósito de expansión no inertizado. La acidez también puede aumentar por la contaminación de un flujo de proceso. Una alta acidez

puede ocasionar una mayor corrosión y, como consecuencia de esto, fallas en el equipo. La oxidación y corrosión de los productos puede provocar la aparición de sedimentos o depósitos, que podrían afectar el desempeño y la confiabilidad del sistema.

Punto de inflamación

La mayoría de los fluidos de transferencia de calor tienen puntos de inflamación relativamente altos al comenzar a usarlos. Sin embargo, debido a la degradación, el punto de inflamación podría disminuir con el tiempo. Si bien los fluidos de transferencia de calor con frecuencia se utilizan en sistemas cerrados y la operación de un fluido es segura en sistemas bien diseñados y a los cuales se realiza un mantenimiento adecuado, aún cuando el punto de inflamación del fluido es significativamente mayor, un punto disminuido podría aumentar el riesgo potencial de incendio en caso de fugas. Esta situación también podría afectar la clasificación general del sistema. Por lo tanto, si el punto de inflamación disminuye significativamente, deben tomarse medidas correctivas.

Viscosidad

La viscosidad del fluido es una propiedad importante para evaluar las características de fluidez de un líquido. Cuando la viscosidad de los fluidos es mayor, se requiere más energía para bombear y estos tendrán menos turbulencia en las mismas condiciones que los fluidos menos viscosos, lo cual produce coeficientes de transferencia de calor más bajos. Una mayor viscosidad puede impactar negativamente en el inicio del sistema, especialmente a bajas temperaturas ambientales. Dado que la viscosidad está relacionada con el peso molecular de los componentes del fluido, ambos extremos pueden afectarlo. Los componentes con bajo peso molecular pueden reducir la viscosidad al mismo tiempo que los componentes con alto peso molecular pueden aumentar la viscosidad. Con un mantenimiento estándar durante la vida útil del fluido, al eliminar los componentes con degradación térmica de menor peso molecular, aumentará gradualmente el peso molecular y la viscosidad del fluido.

Sólidos insolubles

La presencia de sólidos insolubles en un solvente podría ser el resultado de contaminación de partículas sólidas, productos con corrosión, degradación térmica severa u oxidación. Una gran cantidad de sólidos podría ocasionar la acumulación de suciedad o residuos, que afectan negativamente la transferencia de calor. También podría ocurrir durante la conexión de tubos, especialmente aquellos de menor diámetro, como líneas de dispositivo de control. Por último, los sólidos pueden aumentar el desgaste y causar daños en los sellos mecánicos y en las superficies de las válvulas.

Degradación térmica, productos de bajo y alto punto de ebullición

Los fluidos de transferencia de calor se degradarán debido a la descomposición térmica o fisuración. La fisuración conduce a tener componentes con bajo peso molecular,

conocidos como productos de bajo punto de ebullición. Algunas de estas moléculas pueden recombinarse para formar productos de mayor peso molecular (productos de alto punto de ebullición).

Los productos de bajo punto de ebullición pueden afectar el funcionamiento del sistema en diversos aspectos. Debido al bajo punto de ebullición, la presión de vapor aumentará, lo cual puede ocasionar cavitación en la bomba y alivio imprevisto de presión. Una cavitación en la bomba no solo tiene el potencial de dañar en rotor, también es probable que cause perturbaciones en el flujo, lo cual podría sobrecalentar el fluido o parar el sistema. Una cantidad excesiva de productos de bajo punto de ebullición también podría causar una disminución del punto de inflamación, mientras que índices altos requerirán un esfuerzo de mantenimiento mayor para eliminarlos, lo cual generará altos costos para componer el fluido.

Los productos de alto punto de ebullición usualmente aumentan la viscosidad del fluido a temperatura ambiente y podrían ocasionar problemas de inicio. Este aumento también podría afectar negativamente la eficiencia de transferencia de calor, ya que los productos de alto punto de ebullición no pueden separarse fácilmente del sistema. Por lo tanto, acumularán hasta la concentración máxima establecida por el proveedor y a la larga el fluido deberá ser reemplazado parcialmente o en su totalidad. Si no se toma ninguna medida correctiva, la concentración aumentará aún más y se podrían llegar a formar depósitos de sedimentos o brea si se exceden los límites de solubilidad para los componentes de bajo peso molecular.

Análisis posterior

Una vez que se analice la muestra, se debe redactar un reporte detallado en el que se haga una evaluación minuciosa del fluido, que incluya las medidas correctivas sugeridas, en caso de ser necesarias. La calidad total de dicha evaluación y las recomendaciones dependen en gran medida de la experiencia y el conocimiento de las tendencias históricas del fluido. Esto se debe a que cada sistema de fluidos de transferencia de calor es específico y los límites recomendados son una combinación de la experiencia del proveedor del fluido en el análisis de muestras de fluido de transferencia de calor utilizados y datos de desempeño de la planta. Por lo tanto, solo mediante la captura del historial de análisis será posible llegar a una comprensión de las tendencias del fluido. El control de cambios repentinos en las propiedades del fluido, que pudieran ser causados por cambios en las condiciones de operación o en el mal funcionamiento del sistema, también tiene sus ventajas.

Las siguientes casos de clientes demuestran la forma en que un programa de muestreo frecuente en servicio ayudó a los clientes al establecer condiciones de funcionamiento

y mantenimiento correctas y al optimizar la vida útil de los fluidos de transferencia de calor y los costos operativos.

Caso 1

Un cliente experimentó un gran aumento imprevisto en la viscosidad, lo cual no podía explicarse por la temperatura actual de operación. Al analizar la muestra, se obtuvo un perfil de ebullición inusual. El experto técnico del proveedor de fluidos de transferencia de calor, al discutir con el cliente sobre los motivos potenciales, encontró que este perfil de ebullición era el resultado de un gas inerte permanente que se propagó por el depósito de expansión. Esto no solo eliminó los componentes de bajo punto de ebullición, sino que también aumentó la evaporación de los componentes que no debían eliminarse. El aumento de la viscosidad resultante podría ocasionar demoras en el inicio, mayores caídas de presión y un costo mayor de bombeo. Además, el consumo de nitrógeno y una mayor frecuencia para componer el fluido serán un factor de costo.

Se implementaron los cambios sugeridos para eliminar la propagación continua de vapores, y así se mantuvo la viscosidad en los rangos normales y se protegió y optimizó la vida útil del fluido.

Caso 2

Después de muchos años de operación, un análisis del fluido de transferencia de calor mostró un aumento en el índice de degradación. Aunque los parámetros del fluido aún estaban dentro de los rangos normales, el cliente estaba preocupado porque las condiciones del fluido estaban cambiando demasiado rápido. Un análisis de tendencia de las muestras de los últimos 10 años ayudó a identificar el periodo en el que los índices de degradación aumentaron. Viendo también los registros de mantenimiento y operación en el periodo en cuestión, se determinó que la temperatura de operación del fluido de transferencia de calor había aumentado para poder incrementar el rendimiento. Al combinar este análisis de tendencia con décadas de conocimiento en mecanismos de degradación de fluidos de transferencia de calor, los expertos del proveedor de fluidos de transferencia de calor permitieron al cliente elegir una temperatura de operación que mantuviera un equilibrio óptimo entre rendimiento y degradación proyectada del fluido.

Conclusión

Un programa de control de fluidos bien planificado respaldado por expertos técnicos del proveedor de fluidos de transferencia de calor puede ayudar a lograr un mantenimiento predictivo efectivo, que permita tomar medidas correctivas antes de que ocurra un problema mayor, optimizando así la vida útil del fluido. 