

Boletín de información técnica

6

Determinación de la temperatura máxima de operación de fluidos de transferencia de calor.

Por qué la determinación de la temperatura máxima de operación es importante

Todos los fabricantes de fluido de transferencia de calor les asignan un máximo de temperatura de uso o una temperatura nominal máxima a cada uno de sus fluidos. ¿Cómo se determina esa temperatura nominal máxima y cómo se relaciona esta clasificación con la operación segura y eficiente del fluido en un sistema de transferencia de calor? Las respuestas a estas preguntas son importantes cuando se selecciona un fluido de transferencia de calor para una aplicación en particular. La fiabilidad y el costo general de la operación del sistema de transferencia de calor pueden estar directamente relacionados con la estabilidad térmica del fluido, que es el parámetro clave cuando se determina la temperatura nominal máxima del fluido.

¿Qué es la estabilidad térmica?

La estabilidad térmica se define como la resistencia de un fluido a descomponerse (lo que a veces se llama degradación térmica) a una temperatura dada. La velocidad de la degradación térmica es inversamente proporcional al nivel de estabilidad térmica. Mientras mayor sea la degradación térmica, menor será la estabilidad térmica del fluido. Todos los fluidos orgánicos de transferencia de calor sufren degradación térmica con el paso del tiempo. Cuando se evalúa la estabilidad térmica, la velocidad de degradación y los tipos de productos de degradación son consideraciones esenciales para tener en cuenta.

¿Cómo se mide la estabilidad térmica?

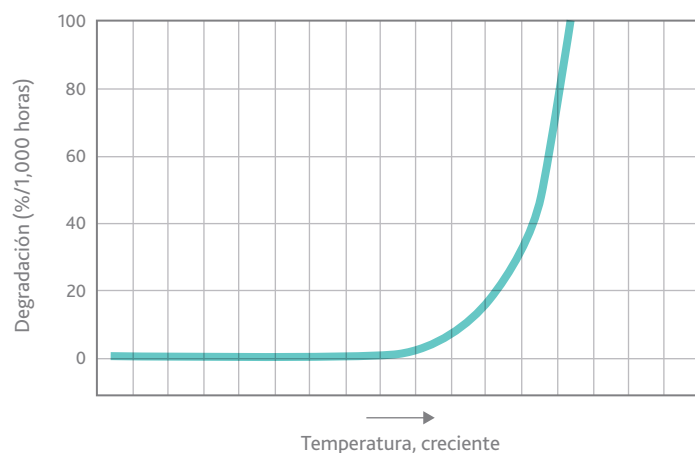
Durante años, la realización de estudios de laboratorio de ampollas ha sido el método más comúnmente utilizado por los fabricantes de fluidos de transferencia de calor para determinar la estabilidad térmica. Con este método, se coloca una cantidad pequeña de fluido en una ampolla de vidrio o de acero inoxidable. La ampolla se purga con nitrógeno para remover todo el aire y el agua residual y luego se sella. Luego se pone la ampolla llena de fluido a una temperatura elevada y constante durante un periodo de tiempo dado, generalmente 1000 horas. Luego de este estrés causado por el calor, se analiza el fluido mediante cromatografía para medir el alcance de la degradación y clasificar los productos de degradación como componentes de punto de ebullición bajo o de punto de ebullición alto (esto se analizará con más detalle en la siguiente sección). El proceso se repite a varias temperaturas distintas, y el alcance de la degradación se mide para cada una de ellas. Luego se puede generar una curva de estabilidad térmica en la que se compara la velocidad de degradación térmica en función de la temperatura (Figura 1).

Los datos de estabilidad térmica deben ser la información principal que se utilice en el establecimiento de la temperatura nominal máxima de un fluido. Debido a que la curva de estabilidad térmica generada en los estudios de ampolla es muy importante para determinar la temperatura máxima de uso del fluido, se debe tener especial cuidado para que las pruebas se realicen con precisión y aumente la exactitud de los resultados. Estos datos, si se interpretan debidamente, también deben respaldar la experiencia adquirida a partir del desempeño del fluido en sistemas operativos a distintas temperaturas.

Relacionar los datos de la degradación del fluido con su operación en un sistema es fundamental. La mayoría de los fabricantes utilizan pruebas de ampolla para proyectar la vida útil típica de un fluido a una temperatura operativa específica. Sin embargo, las interpretaciones de los datos generados en dichas pruebas de ampolla pueden variar; por lo tanto, los fluidos clasificados a una temperatura operativa máxima idéntica por distintos fabricantes pueden tener una vida útil operativa distinta en un sistema. Incluso si distintos fabricantes midieron las mismas características químicas del fluido, se podrían obtener resultados distintos como resultado de interpretaciones distintas del estudio de estabilidad térmica.

Las clasificaciones de estabilidad térmica fueron establecidas de manera convencional para cada fluido de transferencia de calor Therminol®. El uso de un enfoque conservador para establecer los límites máximos de temperatura para los fluidos Therminol significa que los usuarios generalmente pueden esperar una operación confiable y tiempos de vida útil prolongados, incluso cuando se opera a la temperatura nominal máxima. Con Therminol, por lo general no es necesario aplicar un factor de seguridad adicional a la temperatura máxima nominal en situaciones de uso normales.

Figura 1: Degradación en función de la temperatura*



*Nota: Esta información no constituye una garantía explícita ni implícita. Vea la exención de responsabilidad al dorso de este boletín.

¿Cómo se degradan los fluidos?

Generalmente, los fluidos de transferencia de calor son mezclas de compuestos químicos. La composición química de un fluido determina la estabilidad térmica. Cuando la temperatura se eleva lo suficiente, los enlaces moleculares dentro de la estructura química se rompen y forman dos tipos principales de productos de degradación. Una clase de los productos generados a partir de esta fractura térmica tiene un bajo peso molecular y se los conoce como de punto de ebullición bajo. Debido a su volatilidad, los productos con punto de ebullición bajo pueden ser perjudiciales para las operaciones del sistema. Si se permite que la concentración de productos con punto de ebullición bajo alcance niveles excesivos en el fluido, pueden producirse problemas tales como cavitación en la bomba, aumento de la presión del sistema y disminución del punto de inflamación. El venteo intermitente y controlado es una solución común para minimizar los posibles problemas causados por el exceso de concentración de productos de punto de ebullición bajo. Los índices elevados de generación productos de puntos de ebullición bajos provocados por una estabilidad térmica deficiente también traen aparejados costos elevados de reposición del fluido, ya que los componentes de puntos de ebullición bajos venteados deben reemplazarse con nuevo fluido de transferencia de calor.

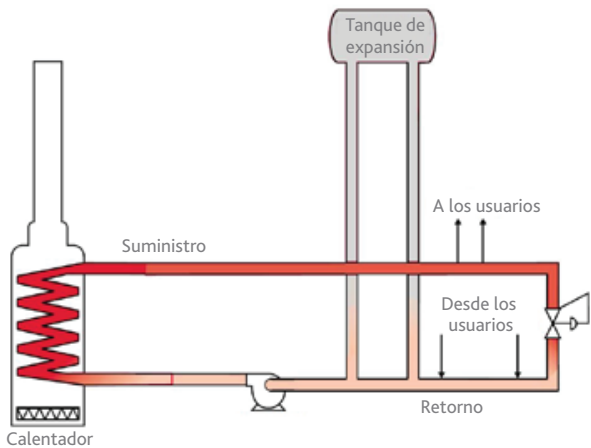
La degradación térmica también genera productos de puntos de ebullición altos. Algunos de los productos de puntos de ebullición bajos formados en el proceso de degradación térmica se polimerizan o recombinan para formar materiales con mayor peso molecular. Debido a que estos componentes con mayor peso molecular tienen un punto de ebullición más alto que el fluido original, no se pueden ventear del sistema. Cuando su concentración alcanza un nivel

elevado, generalmente mayor del 10%, la viscosidad del fluido en el sistema puede aumentar lo suficiente como para afectar la bombeabilidad del fluido y la eficiencia general de la transferencia de calor. Los niveles extremos de componentes con puntos de ebullición altos pueden promover la formación de sedimentos que se incrustan en el sistema. La eliminación de concentraciones elevadas de componentes con puntos de ebullición altos requiere el reemplazo del fluido, ya que estos productos con puntos de ebullición no se pueden ventear ni filtrar del sistema.

La temperatura nominal exacta del fluido es importante.

Una estabilidad térmica insuficiente traerá como consecuencia índices altos de degradación del fluido y puede tener un efecto significativo sobre la fiabilidad y el costo total de la operación del sistema. Debido a que la estabilidad varía en función de la temperatura, es muy importante tener en cuenta la clasificación de temperatura nominal máxima recomendada por el fabricante del fluido. Si la clasificación es excesivamente optimista, pueden producirse índices inadmisibles de degradación de fluido en el sistema de transferencia de calor, incluso si el fluido se utiliza únicamente dentro de la temperatura nominal máxima recomendada. El usuario debe exigir que se determine la temperatura de uso máxima recomendada por el fabricante a través de ensayos científicos de laboratorio y vasta experiencia en situaciones reales. Si el fluido se evaluó exhaustivamente y se le asignó una clasificación correcta, el usuario debería tener menos inquietudes con respecto a su rendimiento en el sistema de transferencia de calor.

Figura 2: Volúmenes y temperaturas de fluido típicos*



Sección del sistema de transferencia de calor	Porción típica del volumen total	Temperatura de fluido típica
Suministro	33%	Temperatura de seno del líquido a la salida del calentador
Retorno	33%	Temperatura de retorno
Tanque de expansión	33%	≈93°C/≈200°F, según el diseño
Película de pared en el serpentín del calentador	1%	Salida de calentador global + 30°C/50°F, según el diseño

*Nota: Esta información no constituye una garantía explícita ni implícita. Vea la exención de responsabilidad al dorso de este boletín.

Todos los fluidos de transferencia de calor Therminol serán sometidos a múltiples evaluaciones en nuestro laboratorio de ensayos para evaluar con exactitud su estabilidad térmica. Luego estos datos se correlacionan con el rendimiento histórico del cliente en situaciones reales. Los usuarios han descubierto que el fluido de transferencia de calor Therminol operado en un sistema de transferencia de calor a la temperatura global máxima y de película recomendadas o por debajo de ellas proporciona muchos años de rendimiento sin inconvenientes.

¿De qué manera afecta el perfil de temperatura de un sistema de transferencia de calor al rendimiento del fluido?

En la mayoría de los sistemas de transferencia de calor industriales, el fluido de transferencia de calor está expuesto a una gama de temperaturas distintas. Estas temperaturas pueden variar ampliamente en varias partes del sistema durante la operación normal. Eastman ofrece recomendaciones a los usuarios de fluidos de transferencia de calor y a los diseñadores de sistema con respecto a la temperatura máxima de seno de líquido y de película para cada fluido de transferencia de calor Therminol. La temperatura máxima de seno del líquido es la temperatura del fluido cuando sale del calentador. La temperatura de película máxima se define como la temperatura de fluido en la última capa en contacto con la superficie de entrada de calor. En un sistema diseñado y operado correctamente, la temperatura de película suele ser entre 25° y 30°C (45°-55°F) más alta que la temperatura media (aunque esto puede variar según el diseño del calentador). En un sistema típico, aproximadamente 1% del volumen de fluido está en la capa límite donde queda expuesto a esta temperatura elevada. El fluido contenido en el tanque de expansión y la tubería de retorno del proceso están generalmente expuestos a temperaturas mucho más bajas que el flujo de suministro y, por lo tanto, tienen índices de degradación térmica mucho más bajos. Usando la curva de estabilidad térmica generada a partir de los datos de las pruebas de ampolla en laboratorio, se puede calcular la degradación para cada parte de un sistema operativo. De esta manera, se puede calcular la formación de productos de puntos de ebullición bajos y altos para la carga de fluido total y obtener un estimativo de la vida útil del fluido en un sistema dado.

¿Qué afecta la vida útil máxima del fluido?

En la mayoría de los sistemas, la estabilidad térmica a la temperatura operativa de un sistema es el factor más importante para establecer la vida operativa de un fluido de transferencia de calor. Como se explicó anteriormente, una estabilidad térmica baja causará mayor degradación. En el máximo de temperatura de uso recomendado para el fluido o cerca de este, los pequeños cambios de temperatura tienen un gran impacto sobre el índice de degradación térmica. Cuando se opera con un fluido de transferencia de calor en el máximo de temperatura de uso o cerca de este, un incremento de 10°C (18°F) en la temperatura duplicará aproximadamente el índice de degradación térmica. Por el contrario, el índice de degradación del fluido se reduce aproximadamente a la mitad por cada disminución de 10°C (18°F) en

la temperatura operativa del fluido cuando se opera a temperaturas cercanas al máximo de temperatura de uso. Por lo tanto, se debe tener especial cuidado en el diseño y la operación del sistema para minimizar la posibilidad de sobrecalentamiento del fluido.

Los problemas operativos, como la baja velocidad del fluido en el calentador que llevan a la pérdida de flujo turbulento o al alcance directo de las llamas en las superficies de calentamiento dentro del calentador, pueden aumentar la temperatura del fluido muy rápidamente. En consecuencia, puede producirse una degradación térmica acelerada e irreversible, salvo que se corrijan estos problemas rápida y efectivamente. Para maximizar la vida útil del fluido en un sistema de transferencia de calor, el usuario debe elegir un fluido apto para la temperatura operativa máxima del sistema y luego asegurarse de que los parámetros de diseño y las condiciones operativas del sistema minimicen el riesgo de sobrecalentamiento.

El sobrecalentamiento del fluido no es la única causa responsable de una menor vida útil. La contaminación y la oxidación del fluido también son factores perjudiciales para el rendimiento del fluido. La oxidación de los fluidos de transferencia de calor orgánicos se produce a temperaturas elevadas, generalmente por encima de los 175°C (350°F), y puede acelerar el proceso de degradación térmica del fluido. La contaminación del fluido proveniente de materiales del proceso u otros compuestos que se agregan accidentalmente al sistema también puede reducir la vida útil del fluido significativamente. El diseño del sistema y las prácticas operativas deben incluir medidas para prevenir la posible oxidación o contaminación del fluido.

Rendimiento de costos y confiabilidad

Un fluido de transferencia de calor con alta estabilidad térmica que se refleja en una temperatura nominal máxima exacta y probada puede ofrecer excelente confiabilidad y un rendimiento de costos positivo en un sistema de transferencia de calor operado debidamente. El precio inicial del fluido suele ser el componente más pequeño del costo total que implica tener y operar un sistema de fluidos de transferencia de calor. Los percances costosos, como el cambio frecuente de fluido, la eliminación de sedimentos y el tiempo de inactividad del sistema, son por lo general el resultado de la mala elección y el uso de un fluido de transferencia de calor incorrecto. Debido a que los datos de las pruebas de estabilidad térmica están sujetos a interpretaciones variables, esos percances costosos pueden ocurrir incluso si el fluido de transferencia de calor se utiliza en el máximo de temperatura de uso o por debajo de este, o si el máximo de temperatura de uso se estableció en un nivel muy alto. La temperatura nominal del fluido debe darle confianza al usuario de que el fluido rendirá a la temperatura nominal por un período de tiempo prolongado. Los fluidos de transferencia de calor Therminol se evalúan exhaustivamente en cuanto a su estabilidad térmica y se les asignan clasificaciones conservadoras de temperatura operativa máxima que contribuyen a la vida útil prolongada del fluido y a un rendimiento de costos óptimo en el sistema de transferencia de calor del usuario. Décadas de uso en miles de sistemas de transferencia de calor en todo el mundo avalan la confiabilidad y eficiencia de los fluidos de transferencia de calor Therminol.

Para obtener más información, visite nuestro sitio web, **Therminol.com**.



Oficinas Corporativas Eastman

P.O. Box 431
Kingsport, TN 37662-5280 EE.UU.

EE.UU. y Canadá, 800-EASTMAN (800-327-8626)
Otros países, +(1) 423-229-2000

www.eastman.com/locations

Si bien la información y las recomendaciones aquí establecidas se presentan de buena fe, Eastman Chemical Company ("Eastman") y sus subsidiarias no realizan declaraciones o garantías en cuanto a la integridad o la precisión de las mismas. Usted deberá determinar por su cuenta la idoneidad e integridad de los productos en cuanto a su uso, para la protección del medio ambiente, y para la salud y seguridad de sus empleados y clientes. Nada de lo que se establece en el presente debe ser considerado como recomendación de uso de ningún producto, proceso, equipamiento o formulación en conflicto con cualquier patente, y no hacemos declaraciones ni damos garantías, de forma expresa o implícita, que el uso del mismo no infrinja ninguna patente. EL PRESENTE DOCUMENTO NO CONSTITUYE DECLARACIÓN NI GARANTÍA, DE FORMA EXPRESA O IMPLÍCITA, DE COMERCIABILIDAD, DE ADECUACIÓN PARA UN FIN PARTICULAR, O DE OTRA NATURALEZA CON RESPECTO A LA INFORMACIÓN O EL PRODUCTO AL QUE REFIERE LA INFORMACIÓN, NI TAMPOCO SUPRIME LAS CONDICIONES DE VENTA DEL VENDEDOR.

Las Hojas de Datos de Seguridad que proveen precauciones de seguridad que deben tenerse en cuenta al manejar o almacenar nuestros productos están disponibles en línea o bajo solicitud. Debe obtener y revisar el material de información de seguridad disponible antes de manejar nuestros productos. Si alguno de los materiales mencionados no son nuestros productos, debe tener en cuenta la información en cuanto a la higiene industrial apropiada y otras precauciones de seguridad recomendadas por sus fabricantes.

© 2020 Eastman. Las marcas de Eastman a las que el presente documento hace referencia se usan bajo licencia o son marcas comerciales de Eastman o alguna de sus subsidiarias. El símbolo ® denota estado de marca registrada en EE.UU.; las marcas también pueden estar registradas internacionalmente. Las marcas ajenas a Eastman a las que el presente documento hace referencia son marcas registradas de sus respectivos dueños.