

Optimización del rendimiento de la turbina de gas con mediciones precisas de la humedad



Garantizar que las turbinas de gas funcionen con la máxima eficiencia es un objetivo principal para los operadores. En el clima económico actual, cualquier cosa que aumente la productividad y, por lo tanto, las ganancias, es claramente bienvenida. Desde un punto de vista ambiental, también es importante que las turbinas funcionen de la manera más eficiente y produzcan la menor cantidad de emisiones posible. Afortunadamente, hay varias formas de mejorar el rendimiento de la turbina de gas. El control de la humedad y la temperatura del aire que ingresa a la entrada de combustión es uno de los más importantes, ya que tiene un efecto directo en la eficiencia, las emisiones y la confiabilidad operativa de la turbina.

El aire más frío y más denso aumenta la producción y la eficiencia

En términos de eficiencia de la turbina de gas, el efecto de la densidad del aire es bien conocido: el aire de admisión más denso aumenta el índice de flujo másico, lo que en consecuencia da como resultado una mejora en el rendimiento y la eficiencia de la turbina. La densidad del aire es inversamente proporcional a la temperatura, lo que significa que el aumento de la temperatura disminuye la densidad del aire y, por lo tanto, reduce la eficiencia y la potencia de la turbina de gas.

El enfriamiento del aire de entrada, especialmente en ambientes cálidos y calurosos, se usa comúnmente para compensar la pérdida de eficiencia causada por la alta temperatura del aire. Incluso una pequeña reducción en la temperatura del aire puede conducir a un aumento significativo en la potencia de salida. Una reducción de 1°C en la temperatura del aire puede aumentar la producción hasta en un 0,5 %.

Hay varias técnicas que se utilizan para enfriar el aire de admisión. Una solución común es un nebulizador, un sistema que inyecta agua en el flujo de aire a través de boquillas, lo que hace que el aire se enfríe a medida que las gotas de agua se evaporan. Un beneficio secundario de la nebulización es que el aumento de la humedad del aire reduce las emisiones de NOx producidas por el proceso de combustión.

Aparte del enfriamiento del aire de entrada en condiciones cálidas o calurosas, la humedad también puede ser un factor crítico para evitar la formación de hielo en climas fríos.

Si el aire húmedo está a punto de congelarse, se necesitan sistemas antihielo para proteger el compresor del daño que causarían las partículas de hielo que se mueve rápidamente.

Una reducción de 1 °C en la temperatura del aire puede aumentar la producción hasta en un 0,5 %.

El control óptimo necesita información precisa sobre la humedad

Dada la alta velocidad del aire dentro del sistema de entrada de aire, se debe evitar que entren gotas de agua y partículas de hielo en el compresor y la turbina para evitar daños costosos y erosión. En la práctica, esto significa que la humedad del aire debe mantenerse por debajo de los niveles de saturación. En otras palabras, para evitar la condensación, la temperatura del punto de rocío del aire que ingresa al sistema debe estar por debajo de las temperaturas del aire y de la superficie del sistema. El sistema de control debe tener un margen de seguridad para permitir incertidumbres de medición, así como fluctuaciones e irregularidades en las propiedades del aire que se mide. Sin embargo, cuanto más amplios sean los márgenes que se necesitan debido a las incertidumbres de medición, mayor es el potencial de eficiencia que se pierde. Aquí es donde realmente vale la pena un alto nivel de confiabilidad de la medición. La medición precisa del punto de rocío permite que el enfriamiento y la nebulización, o incluso el calentamiento, se realicen lo más cerca posible del límite de condensación o formación de hielo dentro del sistema.

Diferentes formas de expresar la humedad.

Dependiendo de la aplicación, se utilizan diferentes términos para expresar la humedad. Estos incluyen, entre otros, la humedad relativa, la temperatura del punto de rocío y la temperatura de bulbo húmedo.

La humedad relativa (HR) es la relación entre la presión parcial del vapor de agua y su presión de saturación a una temperatura particular. La HR se expresa como un porcentaje y generalmente se usa para describir la humedad del aire ambiental. El inconveniente de usar HR es que depende en gran medida de la temperatura. Por ejemplo, si la HR es del 85 % y la temperatura de 20 °C, una disminución de la temperatura del aire de solo 2 °C cambia la HR al 96 %. Si se usa HR para medir la humedad del aire en la entrada de una turbina, se debe tener en cuenta esta dependencia porque, incluso sin refrigeración o calefacción, la temperatura del aire cambia en el sistema de entrada de aire. El principal efecto es el enfriamiento debido a la aceleración del aire en la boca del compresor, lo que puede causar una caída de temperatura de varios °C. Debido a este efecto de enfriamiento, aún existe el riesgo de formación de hielo incluso cuando la temperatura ambiente es superior a 0 °C.



La potencia de salida de la turbina se puede aumentar con mediciones precisas de la humedad del aire de entrada.

La temperatura del punto de rocío (Td) es la temperatura a la cual el aire, cuando se enfría a presión constante, se satura por completo con vapor de agua, lo que da como resultado la formación de agua líquida conocida como condensación. Con una HR del 100 %, la temperatura ambiente es la misma que la temperatura del punto de rocío, pero cuando la temperatura del punto de rocío es inferior a la temperatura ambiente, el aire se vuelve más seco y, por lo tanto, hay menos riesgo de que se forme condensación. Dos beneficios principales de usar Td es que no depende de la temperatura y proporciona directamente el margen para las condiciones de condensación.

La temperatura de bulbo húmedo (Tw) es la temperatura indicada por un termómetro envuelto en una funda húmeda. La temperatura de bulbo húmedo y la temperatura ambiente se pueden utilizar para calcular la humedad relativa o el punto de rocío. Tw es una forma tradicional de determinar la humedad, pero ha sido reemplazada en gran medida por mediciones directas, ya que la precisión es limitada y el método requiere cierta habilidad para usarlo y mantenerlo. Todos los parámetros de humedad anteriores dependen de la presión, pero para las aplicaciones de admisión de aire, las caídas de presión típicas son tan pequeñas que no tienen un efecto significativo. Por ejemplo, a 20 °C y 1013 mbar, una reducción de presión de 20 mbar provoca una reducción del 1,7 % en HR o 0,3 °C en Td.

Factores que afectan la precisión

Hay muchos factores que afectan la precisión de la medición de la humedad, siendo la tecnología de detección básica la más obvia. Sin embargo, se ha demostrado que los sensores de polímero de película delgada satisfacen las necesidades más críticas en el control del aire de entrada: precisión, robustez, estabilidad a largo plazo y bajos requisitos de mantenimiento.

Debido a que el aire en la entrada puede estar muy cerca de la saturación y quizás incluso formar condensación, el sensor debe mantener la precisión incluso en estas condiciones. Un desafío para un

sensor de humedad en el aire de condensación es que si el sensor se moja, las mediciones seguirán mostrando condiciones saturadas hasta que el sensor se seque, aunque el aire ya no esté saturado. Para superar este problema, Vaisala ha desarrollado una tecnología de sonda de calentamiento patentada. Esto asegura que la temperatura de la sonda se mantenga por encima de la temperatura del aire circundante para evitar la condensación en el propio sensor.

Según el sistema y la posición exacta de instalación, las salpicaduras directas de agua también pueden mojar el sensor de humedad. Hay accesorios de montaje especiales disponibles para evitar que esto suceda.

- Transmisor de humedad y temperatura HUMICAP® de Vaisala serie INDIGO 500 y transmisor combinado de presión, humedad y temperatura de Vaisala PTU300. Ambas series tienen una opción de sonda calentada, función de purga química y tecnología de polímero de película delgada HUMICAP® de Vaisala.

- Para verificar la funcionalidad en campo, el medidor de temperatura y humedad portátil HM70 HUMICAP® de Vaisala.

- Para evitar que las salpicaduras directas de agua entren en el sensor de humedad, el kit de montaje de turbina HUMICAP® de Vaisala HMT300TMK

En las centrales eléctricas y los entornos contaminados, el aire de admisión puede contener contaminantes, lo que puede afectar la precisión del sensor a largo plazo. Para superar este desafío, los sensores avanzados se pueden configurar con una función de purga química, que limpia el elemento del sensor automáticamente al evaporar los posibles contaminantes.

HELIOS S.R.L

Distribuidor Oficial de Vaisala en Bolivia

W: www.helios.com.bo

C: Info@helios.com.bo

T: 3 3433818