

SALAS BLANCAS

La elección del instrumental adecuado es importante para alcanzar los mejores resultados de medición de humedad. Su calibración también debe realizarse regularmente y de acuerdo con estándares rastreables.

Los productos elaborados en sala blanca cubren un amplio espectro, que abarca desde fármacos hasta semiconductores. Frecuentemente en el proceso se controlan la humedad, la temperatura, las partículas y la presión, parámetros que pueden tener serios efectos sobre la calidad del producto y la eficiencia de la producción.

■ Daisuke Fujisawa,
Gerente de mercado regional, Vaisala, Tokio, Japón

Medición de humedad en sala blanca

Humedad relativa

La humedad relativa (%RH) describe la cantidad de vapor de agua existente en una mezcla gaseosa de aire y agua. Es la relación entre la cantidad de vapor de agua presente comparada con la que podría presentarse a una temperatura dada. Algunos factores en los sitios de producción, como la expansión y la contracción, así como el endurecimiento o el ablandamiento del material, los cambios en la viscosidad de los líquidos, el crecimiento de microbios, el incremento de electricidad estática, la corrosión y el óxido, son notablemente afectados por el grado de humedad.

Punto de rocío

El punto de rocío (Td) es la temperatura a la cual se forma rocío o condensación al enfriarse un gas. El punto de rocío es un parámetro adecuado para expresar muy pequeños contenidos de agua en un gas como el aire. En la micromaquinización de semiconductores por ejemplo, las condiciones deben ser muy secas pues las moléculas de agua son consideradas contaminantes. En esta condición la humedad relativa está prácticamente estancada en 0%RH pero la escala del punto de rocío todavía es sensible a cambios en el contenido de agua del gas medido.

Diferentes aplicaciones, diferentes necesidades

Una planta de elaboración de productos farmacéuticos suele tener una gran cantidad de salas blancas. El control y registro de temperatura y humedad debe ceñirse estrictamente a las estipulaciones de las GMP (Buenas Prácticas de Manufactura). La característica

más importante que se requiere de los sensores de humedad es una desviación mínima. Es importante poder realizar una precisa calibración para detectar eventuales desviaciones del sensor en el largo plazo.

En las plantas de procesamiento de alimentos es necesario mantener el sitio a un cierto grado de humedad o por debajo del mismo. Por ejemplo el 40% o menos es un valor frecuentemente usado. Esto ayuda a restringir el crecimiento de gérmenes o bacterias que pueden intoxicar los alimentos.

En las plantas de producción de semiconductores y electrónica la generación de productos cambia cada vez más rápidamente. En consecuencia son también más estrictos los controles de humedad y punto de rocío en el proceso de elaboración. En los ambientes de elaboración se suele requerir un muy elevado nivel de control con una precisión de +/-1%RH.

El control de humedad también es importante en las plantas de monitores de cristal líquido y las fábricas de pintura. En este caso son muy importantes la durabilidad y la precisión de los sensores de humedad. Las plantas generan varios gases que pueden afectar elementos del sensor.

Tecnologías de sensor de humedad y punto de rocío

Los sensores de humedad, que miden el contenido de agua en el aire, se dividen en líneas generales en dos tipos. Uno de ellos mide el grado de humedad y el otro el punto de rocío. En atmósferas en que el nivel de humedad es por lo menos del 10%RH se suele usar la medición de humedad, mientras



La sala blanca propia de Vaisala produce sensores para radiosondas así como diferentes productos para la medición de humedad, presión barométrica y dióxido de carbono.

que a niveles de humedad más bajos se prefiere la medición del punto de rocío. En algunos casos es conveniente usar la medición del punto de rocío incluso en condiciones de alta humedad.

Los sensores de humedad y punto de rocío son:

1. Sicrómetro
2. Higrómetro mecánico
3. Indicador de punto de rocío de cloruro de litio
4. Higrómetro de tipo resistivo
5. Higrómetro de tipo capacitivo (indicador de punto de rocío)
6. Indicador de punto de rocío a espejo

Los sensores 1 a 6 pueden medir niveles generales de humedad. Los sensores 5 y 6 también se usan para medir un punto de rocío bajo. A continuación se exponen brevemente los principios de cada una de estas tecnologías.

1. El **sicrómetro** es una forma simple de higrómetro que se basa en la comparación de la temperatura de dos termómetros. Uno de ellos tiene bulbo seco y el otro un bulbo que

se mantiene mojado. El bulbo mojado se enfría por la evaporación del agua. La magnitud de la evaporación, así como el enfriamiento del termómetro, dependen de la humedad de la atmósfera. Estos datos, aplicados a tablas o cálculos de humedad, se usan para determinar la presión de vapor del agua en el aire circundante y la humedad relativa. Este método se suele usar en laboratorios y cámaras de prueba de humedad y temperatura.

2. El **higrómetro mecánico** mide y registra el grado de humedad usando un elemento que se expande y contrae con los cambios de humedad, como un cabello humano. Este sistema de medición es muy antiguo y no tiene mucha precisión.

3. El **indicador de punto de rocío** de cloruro de litio es un principio de medición basado en las características higroscópicas (la capacidad de absorber moléculas de agua) del cloruro de litio. El sensor consiste en una bobina recubierta con una tela absorbente y un arrollamiento de electrodos bifilares inertes (dos alambres aislados por los que circula corriente en sentidos opuestos). La

bobina está revestida con cloruro de litio. Se hace pasar una corriente alterna por el arrollamiento y la solución de cloruro de litio produciendo calentamiento resistivo. Al calentarse la bobina se va evaporando el agua de la solución de cloruro de litio a una tasa que depende de la presión de vapor de agua en el aire circundante. Cuando la bobina comienza a secarse, aumenta la resistencia de la solución de cloruro de litio y disminuye la corriente que fluye a través del arrollamiento. Esto permite que se enfríe la bobina. Este efecto de calentamiento y enfriamiento de la bobina alcanza un punto de equilibrio en el que no se produce ni absorción ni cesión de agua, siendo la temperatura de equilibrio directamente proporcional al punto de rocío del aire circundante.

4. El **higrómetro de tipo resistivo** utiliza el principio de que cuando un material absorbe humedad varía su resistencia eléctrica. Se utilizan sensores especiales para medir la resistencia a una corriente que pasa entre alambres. Este tipo de sensor es adecuado para producción en masa y parece ser el más

Salas Limpias



Purever Tech
Protecting what matters most.



Purever Tech ofrece una amplia experiencia en el diseño, fabricación y montaje de áreas controladas.

Destacan sus instalaciones en zonas de producción, envasado, cabinas de pesado, de muestras, SAS de materiales y de personas.

Purever Tech además es especialista en puertas para hospitales: correderas, pivotantes, estancas, cortafuegos, acristaladas y automáticas.

Las Salas Limpias Purever Tech garantizan:

- ✦ La completa estanqueidad de la sala
- ✦ La limpieza integral de los elementos de la sala
- ✦ Un máximo aprovechamiento del espacio
- ✦ La creación de diferentes niveles de seguridad según las necesidades de las salas
- ✦ El cumplimiento integral de la normativa internacional

SALAS BLANCAS

Measurement equipment	Month					
	6	9	12	24	36	60
Mechanical pressure meters				■	■	
Precision barometers	■	■	■			
Barometers		■	■	■		
Liquid-in-glass thermometers					■	■
Resistive temperature sensors and thermocouples/thermometers	■	■	■	■		
Dewpoint meters			■	■		
Humidity meters	■	■	■			
Active electrical meters			■	■		
Passive electrical meters				■	■	■
Length measurement equipment			■	■	■	■
Length measurement equipment with electrical display	■	■	■	■		

Tabla 1. Intervalos típicos de calibración para instrumentos de medición

empleado para aplicaciones domésticas y productos de consumo. Sin embargo puede no medir con precisión en ambientes con un grado de humedad muy bajo o muy elevado.

5. El **higrómetro de tipo capacitivo** mide la humedad detectando el cambio en la capacitancia de una fina película de polímero. Este tipo de sensor puede alcanzar fácilmente suficiente precisión, por lo que es usado principalmente en la industria. Los sensores de humedad patentados HUMICAP® de Vaisala usan esta tecnología.

6. El **indicador de punto de rocío a espejo** aplica el principio de la aparición de rocío al enfriarse aire que contiene vapor cuando se alcanza la temperatura de punto de rocío. El procedimiento comienza enfriando un espejo hasta que alcance el punto de rocío del gas en cuestión. Al formarse condensación de rocío, cambia la luz reflejada por el espejo. Cuando la superficie del espejo alcanza un estado de equilibrio en el que la evaporación y la condensación se producen a la misma velocidad, la temperatura del espejo es igual a la temperatura de punto de rocío del gas analizado. Este tipo de sensor suele usarse en institutos de investigación.

Los sensores más usados en salas blancas incluyen los higrómetros de tipo resistivo, los higrómetros de tipo capacitivo (indicador de punto de rocío) y los indicadores de punto de rocío a espejo. Al seleccionar el instrumento adecuado, es importante no sólo prestar atención al precio y las especificaciones del producto, sino también considerar la precisión de la medición, el conocimiento de la aplicación que tenga el fabricante y los servicios disponibles. Todos estos factores contribuyen al verdadero éxito de las operaciones y de las experiencias del usuario.

Es importante realizar una calibración traceable y regular

Siempre hay que asegurarse de que los datos provistos por los instrumentos de medición

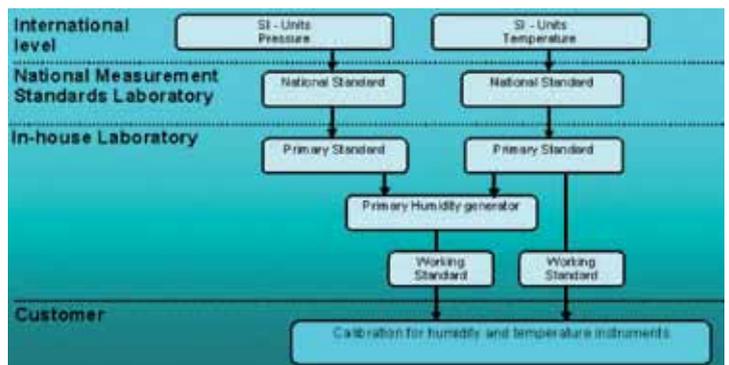


Tabla 2. Ejemplo de una cadena de trazabilidad para unidades instaladas de medición de humedad y temperatura

sean confiables y precisos. Para ello es absolutamente esencial realizar calibraciones periódicas. Los intervalos típicos de calibración se presentan en la tabla 1.

La tabla 2 presenta un ejemplo de la cadena de trazabilidad para unidades instaladas de medición de humedad y temperatura. Desde una perspectiva global, todas las mediciones se basan en el Sistema Internacional de Unidades (SI) globalmente acordado. Esto asegura que todos usemos las mismas cantidades y que todas las mediciones realizadas con varios tipos de instrumentos en distintos sitios sean comparables.

Los laboratorios nacionales son responsables de mantener y desarrollar la trazabilidad y de proveer calibraciones de la mayor precisión. Los servicios de calibración de los laboratorios nacionales de estándares de mediciones pueden limitarse a la calibración de estándares primarios del mayor nivel.

Los servicios comerciales de calibración proveen servicios de calibración para estándares e instrumentos de medición de menos nivel. Estos pueden ser servicios de calibración provistos por los fabricantes para sus propios productos, o laboratorios que ofrecen servicios de calibración para cualquier equipo. La mayoría de los proveedores de servicios de calibración no están acreditados, incluyendo la mayoría de los servicios de calibración de los fabricantes de instrumentos de medición y un número considerable de servicios comerciales de calibración. La competencia de estos servicios sin acreditación no está comprobada. Antes de usarlos, debe confirmarse su competencia mediante una auditoría.

Cada proveedor de servicios de calibración debe mantener una efectiva cadena de trazabilidad. En última instancia, el standard primario debe ser calibrado en un laboratorio externo y luego usado para las calibraciones. Algunos servicios comerciales de calibración

no incluyen estimaciones de incertidumbre en sus certificados de calibración si los mismos no se ordenan separadamente. Algunos servicios de calibración no pueden calcular incertidumbre de ninguna manera. Siempre se debe considerar la competencia de estos servicios.

A veces resulta práctico mantener un sistema propio de calibración. Este puede ser el caso si los instrumentos de medición son difíciles de transportar (calibración in situ) o cuando haya una cantidad considerable de equipos que requieren calibración. Para instalar un sistema de calibración en las instalaciones propias deberá constituirse una organización adecuada. La organización puede consistir en una sola persona o en un departamento completo con personal administrativo y de calibración.

La calibración en laboratorio debe preferirse a la calibración en campo. En un laboratorio pueden minimizarse los efectos causados por el entorno, y así se reduce significativamente el número de factores que influye sobre la calibración.

La calibración en campo es una manera rápida y fácil de verificar el instrumental de medición sin tener que retirarlo del proceso o del área del proceso. La calibración en campo requiere un standard de trabajo como referencia. Este standard de trabajo puede ser portátil u otro instrumental utilizado para calibrar los equipos que se usan en el proceso. Los estándares de trabajo deben ser calibrados en un laboratorio del mayor nivel.

Vaisala posee servicios acreditados de calibración para los instrumentos que fabrica para medir presión, temperatura, punto de rocío y humedad. Los servicios están disponibles a través de centros regionales de servicios, y pueden contratarse para unidades ya instaladas o junto con el despacho de nuevas unidades.

Referencias

Arun S. Mujumdar; Handbook of Industrial Drying (2006)
Vaisala Calibration Book (2007)



Grupo **Albian**
Clean environments



Salas limpias llave en mano

Ingeclima

Más de 20 años construyendo instalaciones “Llave en Mano” para la industria farmacéutica, biotecnológica y afines.

Una **nueva imagen** como apuesta de futuro y adaptación a los nuevos entornos. Una imagen que refleje nuestros valores como **grupo humano** orientado a tomar como propios los problemas de nuestros clientes

Entornos Limpios

Áreas clasificadas GMP
Cultivo Celular
Bioseguridad
Animalarios de Investigación
Cerramientos especiales
Tratamiento del aire
Mobiliario e Integración de Equipos

Procesos y Equipamiento

Agua de alta pureza (HPW)
Cabinas de Gases
Cabinas de Seguridad Biológica
Cabinas de Flujo Laminar
Bio-descontaminación (Bio-Waste)
SAS de descontaminación
Gases especiales

BILBAO: Dr. Díaz Empanza, 39
(48002-BILBAO)

☎ +34 944.424.800

MADRID: Avda. de la Industria, 13
(28108-ALCOBENDAS)

☎ +34 911.960.845

ASTURIAS: Avenida Covadonga, 22
(33550 Cangas de Onís)

☎ +34 902.102.308

PORTUGAL: Rua Santos Pousada, nº
441 (4000-486 PORTO)

☎ +351.912.281.818

ingeclima@ingeclima.com

www.ingeclima.com