Humedad

Usá la temperatura, la humedad relativa y el punto de rocío para saber cuándo puede aparecer condensación.

Cómo registrar el punto de rocío en aire comprimido

Anotá la presión en el punto donde está la sonda. Si expandís la muestra antes de medirla, cambia el punto de rocío y el resultado corresponde a otra presión. Cuando uses una cámara de medición con flujo, mantené el caudal indicado para esa cámara y esperá a que se estabilice la lectura.

Fundamentos técnicos

Siempre hay más o menos cantidad de vapor de agua en el aire atmosférico. El contenido varía con el tiempo y el lugar, y se llama humedad del aire (humedad).

La presión parcial del vapor de agua no puede superar un valor máximo que depende de la temperatura (presión de vapor de saturación).

Un volumen de aire solo puede contener una cantidad máxima de vapor de agua a cada temperatura.

La humedad que hay en un recinto depende, básicamente, de los siguientes factores:

La producción de humedad en el recinto.

El intercambio de aire entre el aire exterior, así como su temperatura y humedad.

La capacidad de paredes e instalaciones para absorber la humedad.

La extracción de humedad a través de componentes externos.

Humedad máxima

La humedad máxima fmax (humedad de saturación) es la cantidad máxima posible de vapor de agua que se encuentra a una temperatura determinada en un metro cúbico de aire:

fmax = masa máxima posible de vapor de agua en el aire / volumen de aire húmedo

Unidad SI de la humedad máxima: [f max] = kg/m³ o (g/m³)

Normalmente el aire contiene menos vapor de agua que la cantidad máxima posible; no se alcanza la cantidad a saturación.

Humedad absoluta

La humedad absoluta [g/m³] es la cantidad de agua encontrada en un volumen cerrado de 1 m³.

Humedad absoluta = Peso de agua / volumen de aire [g/m³]

Campo de aplicación: Medir la extracción de humedad durante el proceso de secado.

Humedad Relativa

La humedad relativa F es la relación entre la masa real de vapor de agua en el aire comparada con la masa máxima posible de vapor de agua en el aire:

F = humedad absoluta / humedad máxima (indicada normalmente en porcentaje).

Si:- F = humedad relativa- f = humedad absoluta- fmax = humedad máxima, humedad de saturación

Entonces:- F = f / fmax *100 %

Como la humedad máxima fmax depende de la temperatura, la temperatura cambia con la humedad relativa, aún cuando la humedad absoluta permanezca constante. La humedad relativa aumenta al 100 % cuando se enfría hasta el punto de rocío.

Campo de aplicación: Técnica del acondicionamiento del aire, especialmente el acondicionamiento del aire de recintos

En otras palabras, la humedad relativa [%RH] se define como la relación de presiones parciales entre la presión de vapor del agua p y la presión de saturación del vapor del agua pw con relación al agua, o pi con relación al hielo, a la misma presión atmosférica pa y la misma temperatura ta, que se indica en porcentaje.

La humedad relativa es una cifra porcentual que especifica el porcentaje de la cantidad máxima posible de vapor de agua actualmente en el aire.

Punto de rocío

El punto de rocío es la temperatura td [°C] a la que el agua empieza a condensarse del aire y por consiguiente entonces la presión de vapor del agua existente p, es igual a la presión de saturación pw del agua requerida. Cuando baja la temperatura, disminuye la capacidad del aire para absorber agua.

Campo de aplicación:

En zonas secas [trazas de humedad] (mejora de la resolución a medida que aumenta la %HR) así como para controlar la prevención de condensados (la temperatura del proceso está por encima del punto de rocío).

Info: En entornos naturales, el vapor de agua condensado se deposita como rocío en la superficie de los objetos sólidos.

Las personas se sienten cómodas en actividades de intensidad baja a media en el rango aproximado de 35 a 65 % de humedad relativa del aire.

Grado de humedad X o proporción de mezcla

El grado de humedad X [g/kg] se define como la relación entre la masa de agua encontrada en el aire y la masa de aire seco.

Grado de humedad X = masa de vapor de agua/masa de aire seco [g/m³]

Campo de aplicación:

En los sistemas de acondicionamiento de aire, ej., para la mezcla óptima del aire – flujos parciales.

Temperatura de bulbo húmedo

La temperatura del bulbo húmedo todavía es una variable de humedad usada frecuentemente. Para esta finalidad, se pone a disposición como variable calculada en el hygrotest 650.

La temperatura del bulbo húmedo [°C; °F] se registra corrientemente usando un psicrómetro. Éste mide, además, la temperatura del bulbo seco (= la temperatura del proceso).

Estructura clásica del psicrómetro:

Para esta finalidad la punta de medición del termómetro de bulbo húmedo está recubierta de un material textil (ej., fieltro) y se humedece usando agua destilada. Ambos termómetros se sitúan en un flujo de aire y se protegen contra la radiación calorífica. El agua se evapora con el aire que circula alrededor, haciendo bajar la temperatura. Junto con la temperatura de bulbo seco, la temperatura del bulbo húmedo es una medida de la humedad del aire. La humedad del aire se puede determinar con la ayuda de una tabla psicrométrica.Ejemplo: El termómetro de bulbo seco mide 22 °C, simultáneamente el termómetro de bulbo húmedo mide 19 °C. El resultado es que la diferencia psicrométrica es 3 K y por consiguiente la humedad del aire correspondiente es del 75 %HR. (véase la tabla).

Diagrama de Mollier para aplicaciones de acondicionamiento de aire:

Los diagramas de Mollier son imágenes compactas de las condiciones del aire y aplican respectivamente con un nivel de presión, generalmente con la presión atmosférica (uso en el campo de la técnica del acondicionamiento de aire).

El diagrama de Mollier mostrado aquí permite abordar un gran número de variables de humedad (humedad relativa [%HR] y grado de humedad [g/kg]) así como la temperatura [°C] para compararlas entre sí como relación.

El uso del diagrama de Mollier para verano / invierno:

El índice de confort (las personas se sienten cómodas en este rango de temperatura y humedad) se sitúa entre 20 a 26 °C y entre 30 a 65 %HR. (Para detalles, véase la comparación DIN 1946 y ASHRAE Fundamentals (Sociedad Americana de Técnicos de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado)).

Invierno:Para permitir adaptar el aire invernal, que es demasiado frío y seco, al índice de confort durante la utilización en invierno, en primer lugar se debe calentar el aire y luego se debe aumentar la humedad relativa del aire y enfriarlo a la vez usando un humidificador adiabático, por ejemplo.

Eventualmente, el aire se vuelve a recalentar utilizando un recalentador y por consiguiente se encuentra en el índice de confort. (Véase el diagrama de Mollier, flechas negras.)

Verano:Para permitir adaptar el aire veraniego, que es demasiado cálido y húmedo, al índice de confort durante la utilización en verano, se debe enfriar la temperatura del aire utilizando un enfriador. Al hacerlo, también se reduce la humedad del aire ya que el agua condensa. Luego se el aire recalienta usando un recalentador. Ahora el aire se encuentra en el índice de confort (véase el diagrama de Mollier, flechas grises).

Diversos Métodos de medición:

Higrómetro de cabello

Psicrómetro

Espejo de punto de rocío

Sensor dehumedad capacitivo

El higrómetro de cabello es uno de los métodos más antiguos para medir la humedad. La longitud de los cabellos cambia con la humedad que los rodea. Estos cambios de longitud se visualizan como humedad relativa por medio de un sistema mecánico.

Generalmente, este es una sonda de temperatura recubierta con una mecha de algodón en rama húmeda, que se enfría como consecuencia del proceso de evaporación. Una segunda sonda de temperatura mide la temperatura ambiente. La humedad que la rodea se puede determinar inmediatamente a partir de la diferencia de temperatura.

Se enfría un espejo de forma continua hasta que se empaña como consecuencia de alcanzar la temperatura del punto de rocío. Se controla el empañamiento del espejo y se determina el punto de rocío.

Un condensador cambia su capacidad dependiendo de la humedad del entorno

Ventajas

Ventajas

Ventajas

Ventajas

- técnica de medición sencilla y económica desde el punto de vista de adquisición- aplicación de bajo

coste

- es posible una precisión del 2...3 %HR cuando se manipula cuidadosamente

- rango de medida amplio- elevado grado de precisión

- medición rentable, rápida y precisa (hasta ±1 %HR)- amplio rango de medición (0...100 %HR,...+150 °C)- estable a largo plazo- instrumento de medida pequeño y portátil

Inconvenientes

Inconvenientes

Inconvenientes

Inconvenientes

- mayor coste de mantenimiento- los cabellos han de ser regenerados periódicamente- sólo se puede usar entre 15 % a 85 %HR y hasta un máximo de 60 °C- imprecisión muy elevada, no definida- medición lenta y con inercia

- no se puede usar solo para la medición en varios puntos- manipulación importante (prácticamente se debe humedecer con agua destilada antes de cada medición)- debe tener lugar un acondicionamiento a la temperatura del entorno antes de cada medición importante y también se debe cambiar la mecha.

- método de medición complicado y caro- no es independiente de la red- peso elevado (no es un instrumento de medida portátil)- se necesita una medición de temperatura muy precisa- período de equilibrado lento- instrumento de sobremesa grande

en el pasado... los sensores capacitivos eran considerados como poco robustos e inestables;

hoy... el sensor capacitivo de Testo ha sido probado y ensayado en todo el mundo y se ha consolidado en la técnica de medición industrial (véase las pruebas de duración interlaboratorios, páginas 102/103)

Higrómetro de cabello

Los higrómetros de cabello muestran la humedad relativa. Utilizan pelo desengrasado (higroscópico), que cambia de longitud con la humedad

Ventajas:

Facilidad de adquisición

Tecnología de medición rentable

Aplicación de bajo coste

Inconvenientes:

Mayor gasto de mantenimiento.

Los cabellos han de ser regenerados periódicamente.

Sólo se puede usar entre 15 % a 85 %HR y hasta un máximo de 60 °C.

Imprecisión muy elevada.

Medición lenta y con inercia.

Sensor de humedad capacitivo

Las sondas de humedad Testo están provistas, en general, con sensores de humedad y temperatura. Por consiguiente, se dispondrá de dos valores correspondientes a la vez: temperatura y humedad. A petición, también se puede visualizar la temperatura del punto de rocío, que se calcula a partir de estos.

Info: En el pasado... los sensores capacitivos eran considerados como poco robustos e inestables.

Hoy el sensor capacitivo de Testo ha sido probado y ensayado en todo el mundo y se ha consolidado en

la técnica de medición industrial.

Un condensador cambia su capacidad dependiendo de la humedad del entorno.

Medidas precisas hasta ±1 %HR.

Amplio rango de medición 0...100 %HR; -40... +180 °C.

Estable durante largos períodos.

Instrumento de medida pequeño y portátil.

Psicrómetro / Instrumento para medir el punto de rocío

Los psicrómetros están compuestos por dos tipos idénticos de termómetro. El reservorio de mercurio de un termómetro está envuelto con una tela húmeda. Se extrae calor del termómetro por evaporación. Muestra una temperatura inferior que la del otro. La diferencia de temperatura es una medida de la humedad relativa.

Cuando la humedad relativa F = 100 % luego deltaT= 0

Ventajas:Es posible una precisión del 2 / 3 %HR cuando se usa cuidadosamente

Inconvenientes:Los psicrómetros no son adecuados para mediciones multipunto.

Manipulación importante (prácticamente se debe humedecer con agua destilada antes de cada medición).

Debe tener lugar un acondicionamiento al entorno antes de cada medición importante y también se debe cambiar la mecha.

Instrumento de medición del punto de rocío

Los instrumentos de medición del punto de rocío tienen una superficie reflectante. Ésta se enfría hasta que el agua se deposita en ella. Las cantidades a saturación y la humedad relativa resultante se puede determinar a partir de la temperatura del aire y la de la superficie del espejo. La medición es muy precisa y se usa para calibrar otros instrumentos de medición de la humedad.

Error de medición

Cuando se efectúa una medición, se debe estar seguro de que el calor de su propio cuerpo y especialmente el aire que espire, no lleguen a la sonda. Una solución es agitar la sonda levemente. Esto no se debe hacer demasiado vigorosamente, pero tampoco debe ser con demasiada suavidad.

Info: Las mediciones estáticas en los sistemas de acondicionamiento de aire se deben efectuar en el aire de extracción.

Registrar con el instrumento de medidaLa sonda de humedad se debe sostener lo más alejada posible de la boca, 1,5 m, con el brazo estirado y agitada con la muñeca para que pueda absorber el clima del recinto. Cuando se respira encima de la sonda, esto incrementa naturalmente la humedad relativa (HR) y la temperatura.

En el lugar correcto a la altura correcta

En el centro del recinto a una altura aproximada de 1,1 m, hemos medido una temperatura de 25 °C y una humedad relativa de 50 %.

Si medimos cerca de las paredes en el mismo recinto (15 °C), podemos observar una humedad relativa de 90 % en la pantalla.

La humedad absoluta en ambos lugares de medición es 11 g/m³

Aplicaciones típicas:

Medición del confort:

La superficie exterior del cuerpo humano es el principal órgano para REGULAR EL CALOR.

El cerebro recibe señales de calor o frío a través de los vasos sanguíneos y los nervios de la piel. El cerebro activa entonces la función respectiva del cuerpo para mantener el EQUILIBRIO TÉRMICO.

Por una parte las personas producen humedad mediante la respiración y el sudor, aproximadamente 45 g/h y, para que las personas se sientan cómodas, se recomienda una humedad relativa del 35 % al 65 %.

Los valores de confort se consiguen usando sistemas de acondicionamiento de aire.