



INDUSTRIA FARMACÉUTICA

La importancia de la humedad del aire
en producción y almacenamiento

Humidificación, deshumidificación y enfriamiento
evaporativo del aire

 **condair**

La necesidad de deshumidificación del aire en la industria farmacéutica

Cuando se trata de producir, procesar, envasar y guardar productos farmacéuticos, que la gente usa principalmente para tratar enfermedades, es increíblemente importante que las empresas cumplan las estrictas normas de higiene para garantizar una calidad de producto permanentemente alta. Los procesos de producción libres de errores suelen requerir no solo una calidad del aire interior en laboratorios, instalaciones de producción y envasado y almacenes, sino también unas temperaturas ambiente y unos niveles de humedad constantes y definidos con precisión. Sin embargo, estos se ven afectados constantemente por la infiltración de humedad de aire externo caliente y húmedo, las personas y los propios productos. Dependiendo del tipo de productos farmacéuticos y su procesamiento, hay un amplio espectro que va desde la "elevada temperatura ambiente con elevados niveles de humedad" a "baja temperatura ambiente con bajos niveles de humedad"

Cuanto más inflexible sea y más peso tenga la integridad y calidad de los productos sobre los demás criterios, los parámetros de producción y procesamiento se dirigirán más sistemáticamente hacia la calidad y unas condiciones perfectas: esto será aplicable en particular a los productos de las industrias química y farmacéutica. La deshumidificación controlada es uno de los requisitos previos más importantes para mantener los estándares más elevados a largo plazo.

Los efectos positivos de unos niveles de humedad estables se aplican igualmente a aplicaciones, fases de proceso y la calidad del producto final.

Esto empieza, por ejemplo, con la instalación de soluciones de deshumidificación efectivas en el curso del procesamiento, llenado y envasado de los respectivos productos, afecta al secado necesario de sustancias higroscópicas (con el fin de evitar reacciones con la condensación que se produzca, por ejemplo) y se extiende al secado de salas de almacenamiento o silos enteros, p. ej. tras una limpieza anterior.

Un factor de calidad esencial en numerosas aplicaciones es el procesamiento de las materias primas seleccionadas en polvos, pastillas, pastillas revestidas de azúcar, líquidos u otras formas de dosificación. Es particularmente importante garantizar que la capacidad de fluidez de los productos a granel se mantenga en todo momento durante el procesamiento.

La humedad excesiva es un peligro constante en este caso, sobre todo cuando se procesen sustancias higroscópicas. Los sistemas de deshumidificación instalados de forma móvil o permanente garantizan que no se produzca en primer lugar compactación o reacciones higroscópicas, manteniendo así todo el tiempo el flujo de proceso óptimo.

Además del acondicionamiento del aire de proceso durante los pasos individuales de procesamiento, la deshumidificación del área de almacenamiento y logística es otro desafío permanente. Aquí también se deberá garantizar una humedad baja constante para que los productos químicos y farmacéuticos, así como sus envases y etiquetas, se mantengan en perfecto estado.

Presentamos la termodinámica: Cómo funciona la deshumidificación

En termodinámica, las variables de entalpía (**h**), temperatura (**t**) y humedad (**x**) son inseparables unas de otras.

Estas variables se representan en el llamado diagrama h,x. La entalpía h describe el contenido de calor total del aire, que consta de la temperatura del aire y el vapor de agua presente en el aire. En el caso de la humedad, se distingue entre la humedad absoluta x (g de vapor de agua en el aire por kg de aire) y la humedad relativa. La humedad relativa HR (ϕ) indica qué porcentaje de saturación tiene el aire.

Cuando se trata de deshumidificar el aire para un proceso o para garantizar las condiciones especificadas del aire ambiente objetivo, se encontrarán los siguientes desafíos típicos, por ejemplo:

Ejemplo 1: Producción y envasado de pastillas

Tarea: deshumidificación de un flujo de volumen de aire a 20 °C y una humedad de $\leq 2,9$ g/kg o ≤ 20 % HR para un proceso de envasado en la industria farmacéutica (curva azul en el diagrama h,x de la derecha). Los procesos de este tipo suelen requerir temperaturas definidas y, al mismo tiempo, niveles de humedad muy bajos. Supongamos que un flujo de volumen de aire exterior con una temperatura de 32 °C y una humedad de 14 g/kg (47 % HR) (punto 1) se debe deshumidificar a una temperatura del aire entrante de 20 °C y una humedad de $\leq 2,9$ g/kg (≤ 20 % HR). Para este fin se utiliza un secador desecante. Los cambios de estado del aire exterior al aire entrante siguen el curso de la línea azul en el diagrama h,x.

Paso 1 del tratamiento de aire consiste en la prerrefrigeración y predeshumidificación del aire. Asumiendo una temperatura de superficie del serpentín de refrigeración de 10 °C, esto da lugar a un aire que está a 15 °C y 85 % HR en la salida/ entrada del serpentín (punto 2) al rotor desecante.

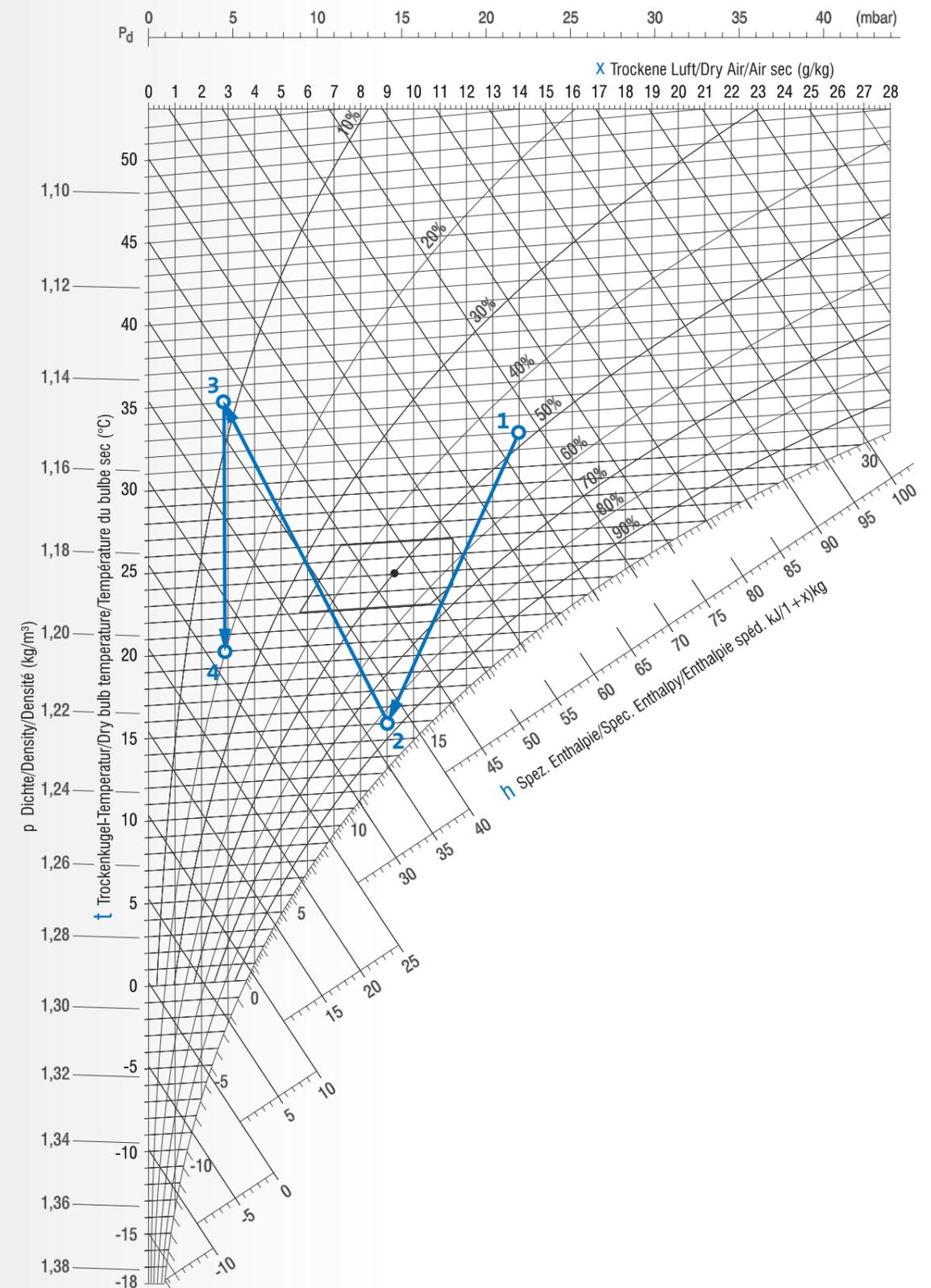
En el **paso 2** el aire se seca en el secador desecante a un contenido de humedad alrededor de $\leq 2,9$ g/kg, que eleva la temperatura a unos 35 °C (punto 3). Para terminar, en el **paso 3** el aire que ahora está seco se enfría a posteriori a una temperatura del aire objetivo de 20 °C (punto 4).

Ejemplo 2:

Almacén de materias primas para vacunas

Tarea: garantizar una humedad del aire del 50 % HR (7,3 g/kg) a una temperatura ambiente de 20 °C en un almacén de materias primas para vacunas (no se muestra en el diagrama h,x). Un suministro constante de aire fresco por un sistema de ventilación lleva a una entrada definida de humedad en verano, ya que la unidad de ventilación no predeshumidifica lo suficiente el aire exterior. En el proceso, se alimentan 2000 m³/h de aire exterior preacondicionado con una humedad de 10,2 g/kg en la sala. Esto corresponde a una carga de humedad de 6,96 kg/h (= 2000 m³/h * 1,2 kg/m³ * (10,2 - 7,3) g/kg / 1000 g/kg). Para la deshumidificación continua del aire interior, se instala un deshumidificador de condensación con un flujo de volumen de aire de 4200 m³/h de forma descentralizada en la sala. Aspira el aire con un contenido de humedad de 7,3 g/kg en la sala y lo deshumidifica a una humedad de 5,6 g/kg. Esto corresponde a una capacidad de deshumidificación de 7,3 kg/h y compensa la entrada de humedad de la toma de aire fresco.

Después de una breve introducción a los principios teóricos, en las siguientes páginas se proporcionan más ejemplos del secado al aire de la industria farmacéutica. Para más información detallada sobre las áreas típicas de aplicación, los métodos de funcionamiento técnico y las funciones de los deshumidificadores de condensación y los secadores desecantes, consulte las páginas 10 a 11.



Cómo proteger las materias primas higroscópicas, cómo preservar las sustancias activas

Incluso las desviaciones mínimas del nivel de humedad “ideal” respectivo de la materia prima puede tener un impacto en las propiedades específicas de los materiales usados y en todo el contexto de los procesos de producción en los que se procesan. Sobre todo en el procesamiento posterior, en el almacenamiento anterior y posterior, la humedad excesiva de la sala puede reducir la efectividad deseada de las materias primas del proceso y también perjudicar el traslado y las rutas de transporte en el curso de su procesamiento, por ejemplo, a causa de compactación. La consecuencia de esto es que el producto final deseado no se puede producir en absoluto o no sin pérdida de calidad. La determinación de la humedad óptima del aire interior en el curso del procesamiento químico o farmacéutico depende directamente del proceso global. A menudo esto implica deficiencias “físicas”. Por ejemplo, el comportamiento especial de fluidez y vertido de polvos o granulados se debe mantener a un nivel constante y procesable durante la producción. Esto es aplicable en particular a materiales higroscópicos como la sal común, los hidróxidos de sodio o potasio, nitratos, sulfatos, fosfatos y una gama completa de sustancias farmacéuticas activas específicas.

La condensación también puede tener un efecto negativo en los polvos que no se procesan en revestimientos o en plásticos químicos que son capaces de absorber varias veces su propio peso en líquido y —si aumentan de tamaño de la forma correspondiente— “bloquean” el procesamiento posterior o dan como resultado productos finales inutilizables.



¡Por consiguiente, es absolutamente necesario reducir la humedad del aire en procesos de procesamiento químico o farmacéutico industrial que se ajusten con precisión a los parámetros de aplicación respectivos!

Cómo garantizar la capacidad de fluidez de los productos a granel

Las fuertes fluctuaciones de la humedad del aire o, en general, una humedad demasiado elevada en el entorno de producción de productos a granel puede perjudicar enormemente la capacidad de fluidez de los materiales a transportar o incluso los puede destruir por completo. Esto es aplicable en particular a materiales de forma granular o aquellos con una consistencia de polvo. Para impedir que los productos a granel higroscópicos se queden adheridos a las cintas o prensas o que atasquen rutas de transporte debido a la formación de grumos, el aire ambiente de la industria química o farmacéutica se debe predeshumidificar a condiciones específicas de producto y proceso. Esto se puede conseguir de una forma fiable con secadores desecantes modernos equipados a un elevado nivel tecnológico. El aire ambiente predeshumidificado garantiza que la capacidad de fluidez de las materias primas se mantenga desde el almacenamiento inicial en los silos hasta el almacenamiento final, pasando por su transporte en las cintas transportadoras. De este modo, se puede mantener la calidad de procesamiento y se pueden ahorrar los posibles costes de limpieza de la planta.

Secadores desecantes totalmente aislados para cámaras frigoríficas

Si se producen problemas de humedad en cámaras frigoríficas para productos farmacéuticos con temperaturas internas a menudo muy por debajo de 0 °C, estos se pondrán de manifiesto rápidamente. Cuando hace más calor, fluye más aire húmedo en la cámara frigorífica, el agua se condensa del aire y luego se precipita como hielo en suelos, techos y paredes. En seguida se forman grandes depósitos de hielo, sobre todo en los evaporadores del sistema de refrigeración y en el área de carga que luego requiere una retirada manual que exige mucho trabajo.

Y cuando los evaporadores se llenan de hielo, esto aumenta la pérdida de presión comparada con el aire que se tiene que enfriar constantemente usando el método de recirculación. Esto da lugar a una menor capacidad de aire y enfriamiento, ciclos frecuentes de descongelación y mayores costes de explotación. Al mismo tiempo, sobre todo cuando se forma hielo en el suelo, hay un riesgo creciente de que los empleados se resbalen y lesionen o que no se puedan conducir carretillas elevadoras de forma segura.

Estos problemas se evitan deshumidificando de forma sistemática el aire en el almacenamiento frigorífico con un secador desecante. Un secador de ese tipo aspira constantemente aire interior de la cámara de aire a la cámara frigorífica o de la propia cámara frigorífica y lo deshumidifica por debajo del punto de condensación, luego introduce el aire seco y deshumidificado de vuelta

en la cámara o, de forma ideal, en un sistema de cortinas de aire o directamente de nuevo en los refrigeradores de aire de recirculación.

Esto impide de forma fiable y permanente la condensación no deseada de agua del aire y la formación de hielo en la cámara. Como la diferencia de temperatura entre el aire exterior y la cámara frigorífica suele ser muy acusada, en la mayoría de casos vale la pena instalar el secador desecante directamente en la cámara frigorífica, lo que ayuda a evitar pérdidas de potencia debido a la transferencia de calor del frío dentro del secador al aire exterior caliente. Sin embargo, como los problemas con la humedad de condensación en la cámara frigorífica a menudo solo ocurren más tarde en la operación y entonces se tienen que solucionar rápidamente, a veces no queda espacio en la cámara para la instalación posterior de un secador desecante.

Para esos casos, la gama de Condair también incluye un secador desecante DA con 100 mm de aislamiento, lo que también permite su instalación fuera de la cámara frigorífica. El aislamiento enorme impide que el calor entre en el proceso de secado que se está realizando en el secador desecante, garantizando un funcionamiento seguro y eficiente. Sin embargo, este tipo de aplicación requiere mucha experiencia y se deberá planificar y ejecutar con precisión.



El diseño totalmente aislado permite la instalación externa
Congelador Condair DA 500 – 4000

Condiciones de producción higiénicas

Contaminación de condensado

La deshumidificación del aire precisa y optimizada para la aplicación juega un papel decisivo en mantener elevadas normas de higiene como las que se requieren en las industrias farmacéutica y química. Cuando se manufacturen productos perecederos, las temperaturas ambiente de las salas de producción, laboratorio o almacenamiento tienden a mantenerse a un nivel bajo. Si entra aire más caliente en la sala, por ejemplo a través de la apertura (necesaria) de las entradas de la sala, la humedad que entra al mismo tiempo se puede asentar rápidamente en forma de condensación en techos, paredes o las superficies de equipos y muebles.

En lugares donde la humedad se deposita permanentemente, las condiciones son ideales para la formación de microorganismos como hongos y bacterias. El aire húmedo condensado tiene un efecto negativo similar, sobre todo en los componentes metálicos de dispositivos y muebles. Esto favorece el desarrollo de daños por corrosión, alberga el riesgo de contaminación por condensación y, por tanto, hace que sea más difícil cumplir las normativas de higiene requeridas.

Cómo se produce la corrosión

El hierro no se oxida si el aire está suficientemente seco. Sin embargo, cuando se posa humedad en el metal, el oxígeno (O₂) y el agua (H₂O) empiezan a reaccionar para formar iones de hidróxido (OH⁻). Para equilibrar los electrones que se requieren para esta reacción, el hierro se oxida, es decir, libera sus electrones, que entonces son absorbidos por el oxígeno. Este proceso produce óxido de hierro, lo que llamamos simplemente óxido.

Cuando los electrones se retiran, se produce una carencia de electrones y se liberan átomos de hierro con carga positiva (Fe²⁺). Estos migran en las gotitas de agua y se combinan en ellas con los iones de hidróxido con carga negativa (OH⁻). En el primer paso, se forma hidróxido de hierro(II) como resultado de distintas cargas.

Otras reacciones con agua, oxígeno e iones de

hidróxido dan lugar a reacciones cada vez más continuas de las que se forma óxido de hierro(III) e hidróxido de hierro(III). Se asientan en la superficie del metal y dan al óxido su aspecto típico. A diferencia de metales como el aluminio, el proceso solo se detendrá cuando ya no haya más hierro presente.

Daños por corrosión

Se forma rápidamente condensación en las superficies a veces muy grandes de tuberías y accesorios a través de los que fluye agua fría... y esto ocurre más cuanto más baja sea la temperatura de estas superficies. Las consecuencias de esto pueden ser muy graves y, por tanto, costosas. Debido a la exposición permanente a la humedad, con el tiempo se formará óxido en las áreas afectadas. Y, lo que es peor, dependiendo de donde estén situados los sistemas de tuberías, el agua condensada también se introducirá en los contenedores de producción o almacenamiento ubicados debajo de ellas y provocarán daños considerables, dependiendo de la función de los elementos de la planta en el proceso de producción.

El uso de sistemas de deshumidificación basados en tecnologías de adsorción o condensación impide la condensación, corrosión y formación de moho y, por tanto, evita daños permanentes a productos e instalaciones de producción.



Mejora de la calidad y consistencia de producción

Secado por pulverización para la producción de productos farmacéuticos en polvo

En numerosas áreas de la industria farmacéutica y química, los productos se procesan para hacer polvos en procesos industriales. Entonces estos polvos se introducen en el mercado como productos acabados o se usan como sustancias básicas para la manufactura de otros productos, como pastillas, pastillas revestidas de azúcar o polvos medicinales.

Para producir esos polvos de gran calidad, el proceso de secado por pulverización ha jugado un papel importante durante muchas décadas.

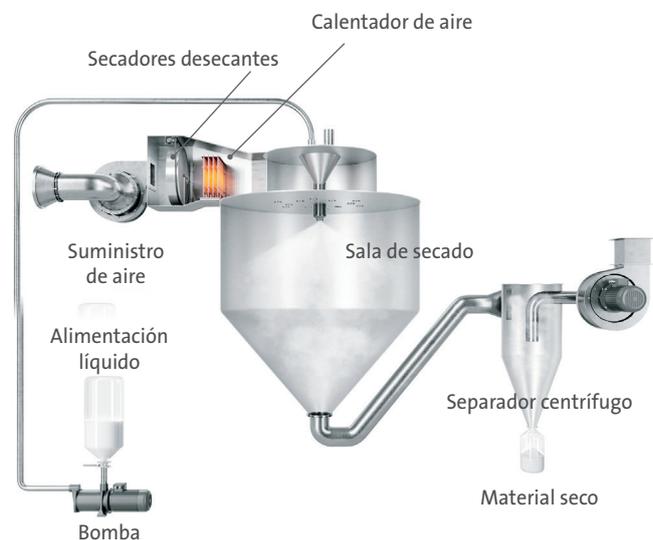
Es muy eficiente y suave con el producto y también es idóneo para la producción continua de grandes cantidades de polvo, por ejemplo, de soluciones o suspensiones. El proceso de secado por pulverización se basa en un aumento drástico de la superficie de la sustancia básica desde la que se va a obtener un polvo. En el primer paso, un líquido que se ha secado a menudo previamente por evaporación se atomiza en gotitas muy finas, aumentando su área de superficie 1000 veces.

Al mismo tiempo, en el paso dos, el aire que se ha filtrado, calentado y secado previamente se introduce en este proceso.

Cuanto más caliente y seco esté este aire entrante de proceso, mayor será la velocidad de secado.

En un tiempo muy breve, la corriente de aire eliminará completamente el agua de las gotitas finas atomizadas, la aglutinará como vapor y la retirará del proceso. Cuando el agua se absorba, el aire de proceso se humidificará y, por tanto, se enfriará. En el paso final, la sustancia final que ahora está en polvo se separará del flujo de aire en un separador ciclónico y entonces se podrá seguir procesando.

Además de en industrias farmacéuticas y químicas, este proceso también se usa con frecuencia en la industria alimentaria.



El uso de secadores desecantes es ideal para el proceso de secado por pulverización. Durante el proceso de secado desecante, no solo se reduce la humedad del aire de proceso, sino que el aire también se calienta. Este calentamiento beneficia al proceso de secado por pulverización porque calentar el aire caliente requiere una cantidad enorme de energía. Esto mejora significativamente la eficiencia y la rentabilidad del secado por pulverización.

Cómo elegir la tecnología correcta de deshumidificación

Como se muestra en el folleto, hay que encarar distintos desafíos en lo que se refiere a la deshumidificación del aire. Dependiendo del tipo de procesamiento, procesamiento posterior y almacenamiento de las sustancias activas y materias primas, el espectro va desde la “elevada temperatura con bajos niveles de humedad” a la “baja temperatura con bajos niveles de humedad”.

Una posibilidad para la deshumidificación del aire es el funcionamiento de unidades de ventilación con refrigeradores de agua integrados. En este proceso, el aire exterior que se introduce en la unidad de ventilación se enfría significativamente en el refrigerador, se deshumidifica y luego se introduce en la sala. Sin embargo, con tiempo húmedo este tipo de deshumidificación suele no ser suficiente para absorber los picos. Además, los valores de humedad que se pueden lograr desde un punto de vista económico no se corresponden a menudo con las condiciones objetivo requeridas y habrá que deshumidificar más. Con el fin de reducir significativamente los costes de explotación de la deshumidificación del aire, lo normal es usar unidades secundarias de deshumidificación del aire. Estas deshumidifican un flujo de volumen de aire parcial requerido o se instalan directamente en la estancia.

Aquí aspirarán constantemente aire del lugar, que se filtrará, deshumidificará y luego se volverá a introducir en la estancia como aire entrante seco. Ambos tipos de deshumidificación tienen ventajas e inconvenientes y se deberán probar y evaluar para cada aplicación. En el caso de la instalación directa

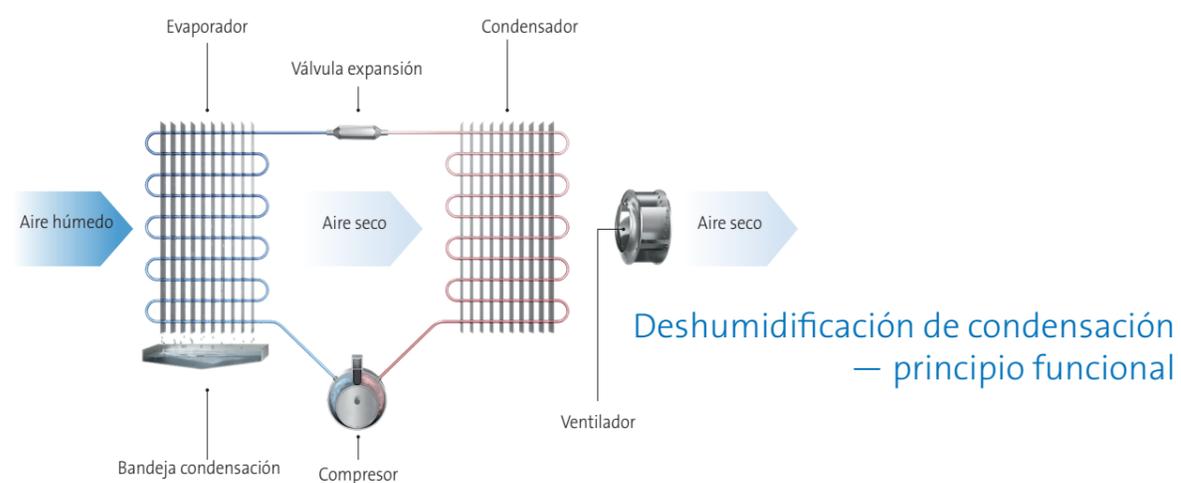
en la estancia, también se deberá tener en cuenta, además de la carga de humedad interna, la carga de humedad externa, p. ej. de la ventilación mecánica en verano.

Los deshumidificadores que se usan para este fin están disponibles como deshumidificadores de condensación y secadores desecantes.

Deshumidificadores de condensación

Son unidades listas para usar para procesos de deshumidificación estándar en los que hay que mantener una humedad relativa de hasta el 40 % HR a una temperatura ambiente de unos 5 a 35 °C.

Las unidades contienen un enfriador con compresor, evaporador y condensador. Como se muestra en la siguiente ilustración, el ventilador lleva aire ambiental húmedo a la unidad, lo filtra y luego lo pasa por el evaporador. El refrigerante líquido fluye en este evaporador, extrayendo calor del aire y evaporándolo en el proceso. Esto enfría el aire hasta que la temperatura desciende por debajo del punto de condensación y se condensa agua del aire. Cuanto más baja sea la temperatura del evaporador, más agua se liberará del aire como condensación. El agua se recoge en una bandeja de condensación y se descarga al desagüe. A continuación, el aire que está ahora deshumidificado, pero también frío, fluye a través del condensador del enfriador. Ahí se calienta por el calor de condensación y vuelve a la habitación como aire entrante deshumidificado. La continuidad de este proceso significa que el aire de la habitación se deshumidifica constantemente al nivel objetivo deseado.



Secadores desecantes

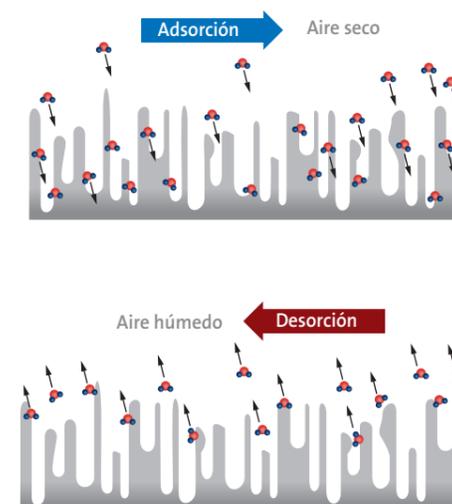
Se usan cuando hay que producir una baja humedad por debajo de aprox. 10 % HR a menudo a temperaturas muy bajas. Como la deshumidificación del aire reduciendo su temperatura significativamente por debajo del punto de condensación, por ejemplo con un deshumidificador de condensación, sería demasiado costosa y requeriría demasiado energía, se usan las propiedades del gel de sílice en el secado desecante.

Un secador desecante consta de un intercambiador de calor rotativo, filtros de aire, dos ventiladores para transportar el aire de proceso y de regeneración, un calentador para calentar el aire de regeneración y el control asociado (véase la siguiente figura).

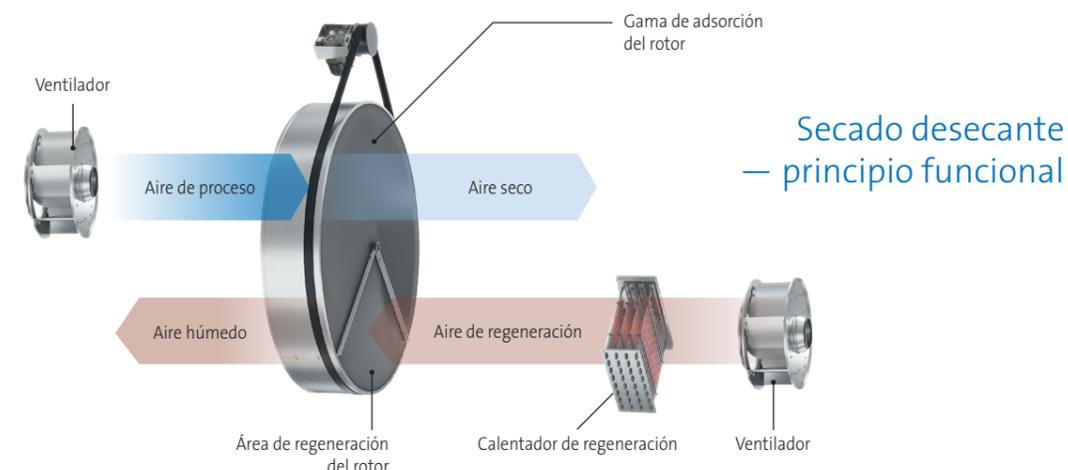
El ventilador de aire de proceso transporta el aire a secar a la unidad. Después de pasar por un filtro de aire, el aire llega al rotor de sorción que gira lentamente. Este consta de más de 82 % de gel de sílice sobre una estructura de panal de fibra de vidrio permeable al aire.

El gel de sílice es muy higroscópico gracias a un área de superficie interna extremadamente grande de hasta 800 m² por gramo. Por consiguiente, puede absorber grandes cantidades de agua del aire de proceso en la superficie y guardarla en la superficie interna.

Como el aire fluye a través del rotor de sorción, tienen lugar dos procesos al mismo tiempo: el aire de proceso se puede deshumidificar de forma marcada. Sin embargo, dependiendo de la intensidad de deshumidificación, la temperatura del aire podrá aumentar considerablemente. Por tanto, a menudo hace falta enfriar el aire, que ahora está deshumidificado pero caliente, antes de devolverlo a la habitación.



Para que este proceso de deshumidificación funcione, el rotor de sorción tendrá que regenerarse continuamente: por consiguiente, la humedad que se almacena en el gel de sílice se deberá eliminar constantemente de él, lo que se hace con aire de regeneración que proviene del otro lado y fluye a través del rotor de sorción a contracorriente. El aire de regeneración se calienta y, por consiguiente, se seca a un nivel de humedad relativa tan mínimo que el agua se puede expeler del gel de sílice y dirigir al aire como vapor (desorción). Este aire de regeneración, que ahora está húmedo, sale del secador desecante y se expulsa al aire exterior, si es necesario después de una recuperación del calor suplementaria. Los medios usados para calentar el aire de regeneración son agua caliente, vapor, quemadores de gas o energía eléctrica.



Deshumidificador de condensación de la serie DC de Condair

Los deshumidificadores de condensación industriales de la serie DC de Condair se usan en una amplia gama de aplicaciones de la industria, el comercio y los almacenes. El proceso de deshumidificación del aire se basa en un proceso de enfriamiento. Se genera una baja temperatura mediante un enfriador que condensa el vapor de agua que hay en el aire y así deshumidifica el aire. Esos deshumidificadores son especialmente idóneos para garantizar unos niveles de humedad entre el 40 % y el 60% HR. Los deshumidificadores de condensación Condair se pueden configurar de muy diversas formas y se pueden adaptar a las necesidades individuales de los clientes. Con capacidades de deshumidificación de 75 a 930 l/24 h con volúmenes de aire de 800 a 8500 m³/h, los diez modelos estándar ya

cubren una amplia gama de aplicaciones. Pueden ser independientes o se pueden configurar para un uso móvil y se pueden conectar incluso a la red de conductos de aire para garantizar una distribución óptima del aire secado, lo que significa que la humedad de objetos muy grandes también se puede regular con un solo o pocos dispositivos. Además, hay modelos y series para montaje en pared, pared trasera y techo, así como con disipación externa del calor y para bajas temperaturas. Los modelos especiales con condensadores exteriores son idóneos para áreas muy sensibles a la temperatura. Aquí el calor de condensación de los deshumidificadores se expulsa al exterior a través de un condensador externo, de modo que la temperatura ambiente no varía. Todos los deshumidificadores DC se controlan de forma totalmente automática a través de microprocesadores para lograr el funcionamiento deseado.

Secador desecante de la serie DA de Condair

Siempre que se requieran niveles de humedad muy bajos, por ejemplo en procesos de secado industrial o en procesos con temperaturas muy bajas, se usan los secadores desecantes de la serie DA de Condair. El rotor de sorción revestido de gel de sílice funciona prácticamente sin desgaste en condiciones de funcionamiento óptimas y permite un funcionamiento seguro a temperaturas de hasta -30 °C, logrando incluso los niveles de humedad más bajos. El gel de sílice que se usa como medio de secado es no respirable y no inflamable.

módulos de condensación ya pueden estar instalados en las unidades de la fábrica. Se deberá tener en cuenta en particular en una etapa temprana del proceso de planificación la posrefrigeración que se necesita del aire de proceso que se seca y calienta así. Además de la selección de distintos procesos de regeneración, también está la opción de usar medios existentes como el vapor o el agua caliente. Combinándolos con el calentador de regeneración eléctrico integrado en la unidad, se puede conseguir un ahorro considerable en costes de explotación, sobre todo con sistemas más grandes.

Además de 30 modelos estándar con capacidades de deshumidificación de 0,6 a 182 kg/h para flujos de aire de proceso de 120 a 27.000 m³/h, los secadores DA también están disponibles en una gama de modelos especiales. Por ejemplo, los serpentines de prerrefrigeración o de posrefrigeración y el intercambiador de calor o los

Dependiendo de las condiciones de funcionamiento existentes, todos los procesos que tienen lugar en el secador desecante se controlan a través del ICA in situ u opcionalmente a través del PLC instalado en la unidad para conseguir las condiciones objetivo del aire entrante.



Condair DC 50 – 200 W
Deshumidificador de condensación montado en la pared

Capacidad de deshumidificación nominal*
49–190 l/día



Condair DC 50 – 200 R
Deshumidificador de condensación montado en la pared trasera

Capacidad de deshumidificación nominal*
49–190 l/día



Condair DC 50 – 200 C
Deshumidificador de condensación montado en el techo

Capacidad de deshumidificación nominal*
49–190 l/día



Condair DC 75 – 100
Potente deshumidificador de condensación compacto

Capacidad de deshumidificación nominal*
73,0–95,2 l/día.



Condair DC-N
Deshumidificador de condensación con disipación externa del calor

Capacidad de deshumidificación nominal*
263,1–939,3 l/día.



Condair DC-LT
Deshumidificador de condensación para bajas temperaturas

Capacidad de deshumidificación nominal*
263,1–939,3 l/día.



Condair DA 160 – 440
Secadores desecantes compactos y eficientes en una carcasa duradera de acero inoxidable. Para uso en habitaciones más pequeñas, como laboratorios, bodegas y archivos.

Capacidad de secado nominal**
0,6–1,4 kg/h.



Condair DA 210 – 450
Secadores desecantes potentes pero compactos para empresas industriales y comerciales. Diseño robusto y fácil de mantener en una carcasa de acero inoxidable AISI304.

Capacidad de secado nominal**
0,6–2,2 kg/h.



Condair DA 500 – 9400
Secador desecante que se puede configurar de numerosas formas para ajustarse a las necesidades individuales del cliente, sobre todo para usarse en áreas de producción y salas grandes.

Capacidad de secado nominal**
3,3–54 kg/h.

** a 20 °C – 60 % HR

* a 30 °C – 80 % HR

