



La producción farmacéutica del futuro:

Compresores CompAir sin aceite para la industria farmacéutica

La nueva generación de compresores sin aceite puede producir algo más que aire comprimido





ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	Introducción	3
2.	El aire comprimido se subestima como medio (en términos de costes)	4
3.	La seguridad antes de la construcción: la importancia del análisis y la evaluación de riesgos	5
4.	Por qué el aire no siempre es aire	6
5.	El aire comprimido en la normativa farmacéutica: un caso especial	8
6.	Estrategias para una solución: limpieza desde el principio	9
7.	Opciones técnicas para la purificación del aire comprimido	10
8.	Una necesidad para todos los fabricantes por contrato: flexibilidad e innovación	13
9.	Integración mecánica y digital en un entorno de diseño higiénico	13
10.	Conclusión	14
	Pie de imprenta	15



1. Introducción

La industria farmacéutica es una de las más estrictamente reguladas del mundo. Cualquiera que desee fabricar medicamentos debe atenerse a las directrices de las «Buenas Prácticas de Fabricación» (GMP ¹⁾), la Farmacopea Europea ²⁾, diversas directrices de la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos) y las recomendaciones del ICH ³⁾ (Consejo Internacional para la Armonización de los Requisitos Técnicos para los Productos Farmacéuticos de Uso Humano).

Aunque estas normativas cubren hasta el más mínimo aspecto técnico de la producción farmacéutica, además de proporcionar descripciones detalladas de los métodos derivados de la física y la fisicoquímica, las disposiciones que contienen prestan comparativamente poca atención al medio aéreo. Por ejemplo, la Farmacopea se centra únicamente en el aire para aplicaciones médicas y, en este contexto, sólo hace una distinción con respecto al aire artificial para aplicaciones médicas. Este libro blanco analiza con más detalle el tema de la generación de aire comprimido (estéril) y muestra el potencial que ofrecen los compresores exentos de aceite para los procesos farmacéuticos. Se analiza la construcción y el diseño de los modernos compresores exentos de aceite y el impacto que pueden tener en aspectos como el coste total de propiedad en la fabricación de medicamentos. Otros aspectos tratados en el libro blanco son la eficiencia energética de estos sistemas exentos de aceite y el modo en que pueden contribuir a reducir los costes operativos de una empresa.

¹⁾ https://ec.europa.eu/health/documents/eudralex/vol-4_en

²⁾ https://www.bfarm.de/DE/Arzneimittel/Arzneimittelzulassung/ZulassungsrelevanteThemen/Arzneibuch/Arzneibuecher/_node.html/

³⁾ <https://www.ich.org/>

2. El aire comprimido se subestima como medio (en términos de costes)

60.000: según los expertos, este es el impresionante número de sistemas de aire comprimido que funcionan actualmente en las empresas alemanas ⁴⁾. Se calcula que todos los sistemas combinados consumen alrededor de 16,6 TWh al año, lo que equivale al 7% del consumo total de energía de la industria alemana.

Se cree que la industria farmacéutica representa una parte no despreciable de esta cifra, con sus laboratorios, extrusoras, plantas de embotellado, prensas de comprimidos y (no menos importante) sistemas de pro-

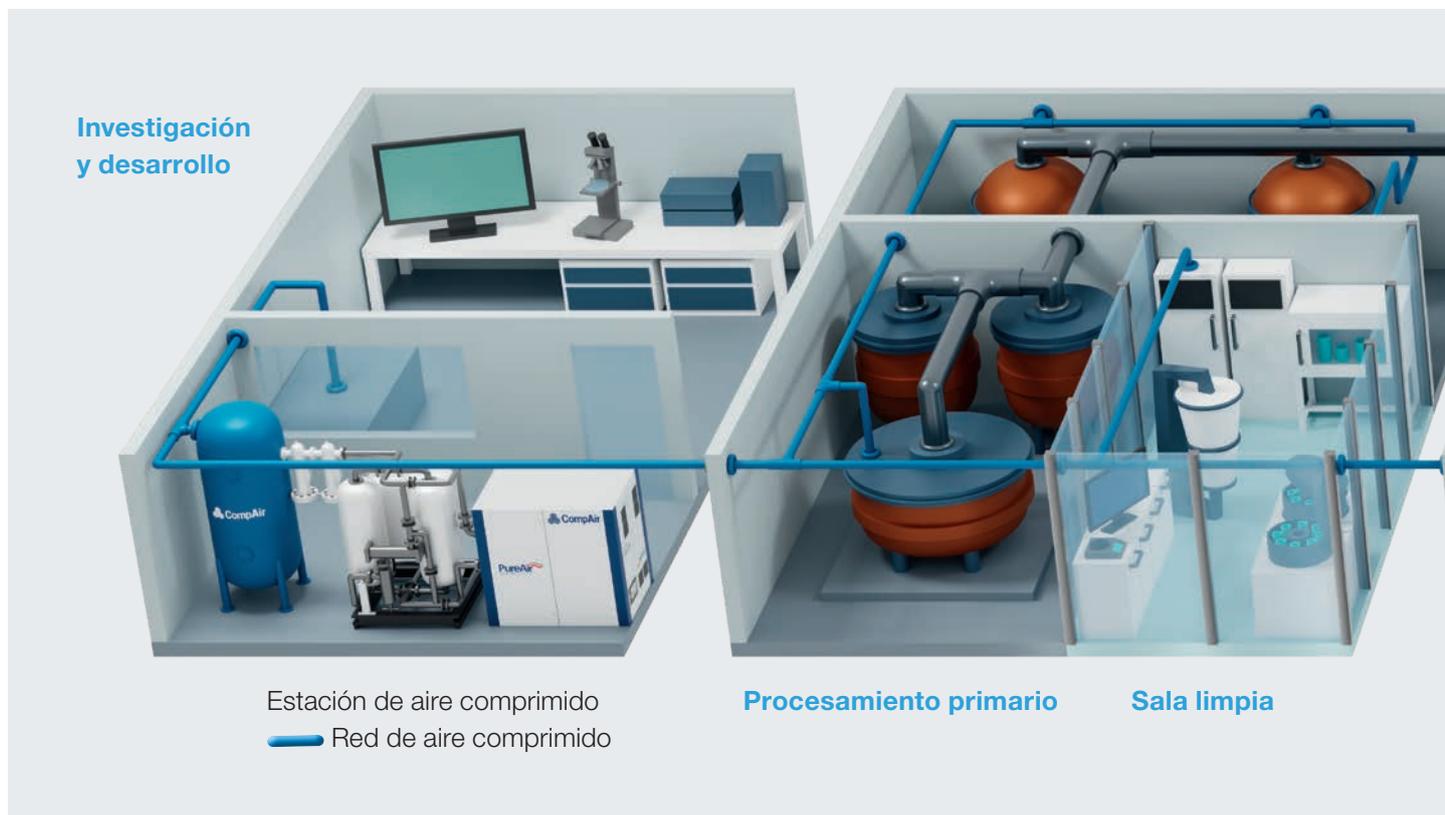
ducción para el envasado primario y secundario que a menudo funcionan las 24 horas del día.

Pero lo que distingue a la industria farmacéutica y a sus sistemas de aire comprimido o aire de proceso de otras industrias es la distinción que se hace en cuanto al medio en sí: entre el aire comprimido que entra en contacto directo con los productos y el aire comprimido que no lo hace. Algunos ejemplos son los procesos de secado de piezas de equipos, el transporte de sustancias a través de tubos, y cuando el aire comprimido se utiliza como manto de presión

para las soluciones en los tanques, etc. El aire comprimido con fines de control es también un elemento importante de la fabricación farmacéutica y se utiliza, por ejemplo, para «abrir válvulas neumáticamente». En estos casos, es importante especificar de antemano, por ejemplo, si el aire de retorno de las válvulas puede entrar en la cámara de procesamiento, lo que podría provocar una contaminación. La regla general, cuando se producen medicamentos estériles, es siempre desviar (fuera del camino) cualquier aire de retorno de las válvulas.

⁴⁾ <https://www.ipa.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/Algorithmen-gegen-Druckluft-Verschwendung.html>

Producción farmacéutica



3. La seguridad antes de la construcción: la importancia del análisis y la evaluación de riesgos

Cuando se construye un nuevo sistema, el análisis de riesgos y la evaluación de riesgos del fabricante contratado y/o de la empresa farmacéutica proporcionan la base normativa para el uso del aire comprimido.

El objetivo de estas medidas es evaluar los riesgos potenciales asociados al aire comprimido de los compresores y sistemas de distribución en el medicamento en cuestión y definir las medidas necesarias para eliminar estos riesgos. La guía resultante, estructurada y documentada, identifica los riesgos e introduce medidas para remediarlos.

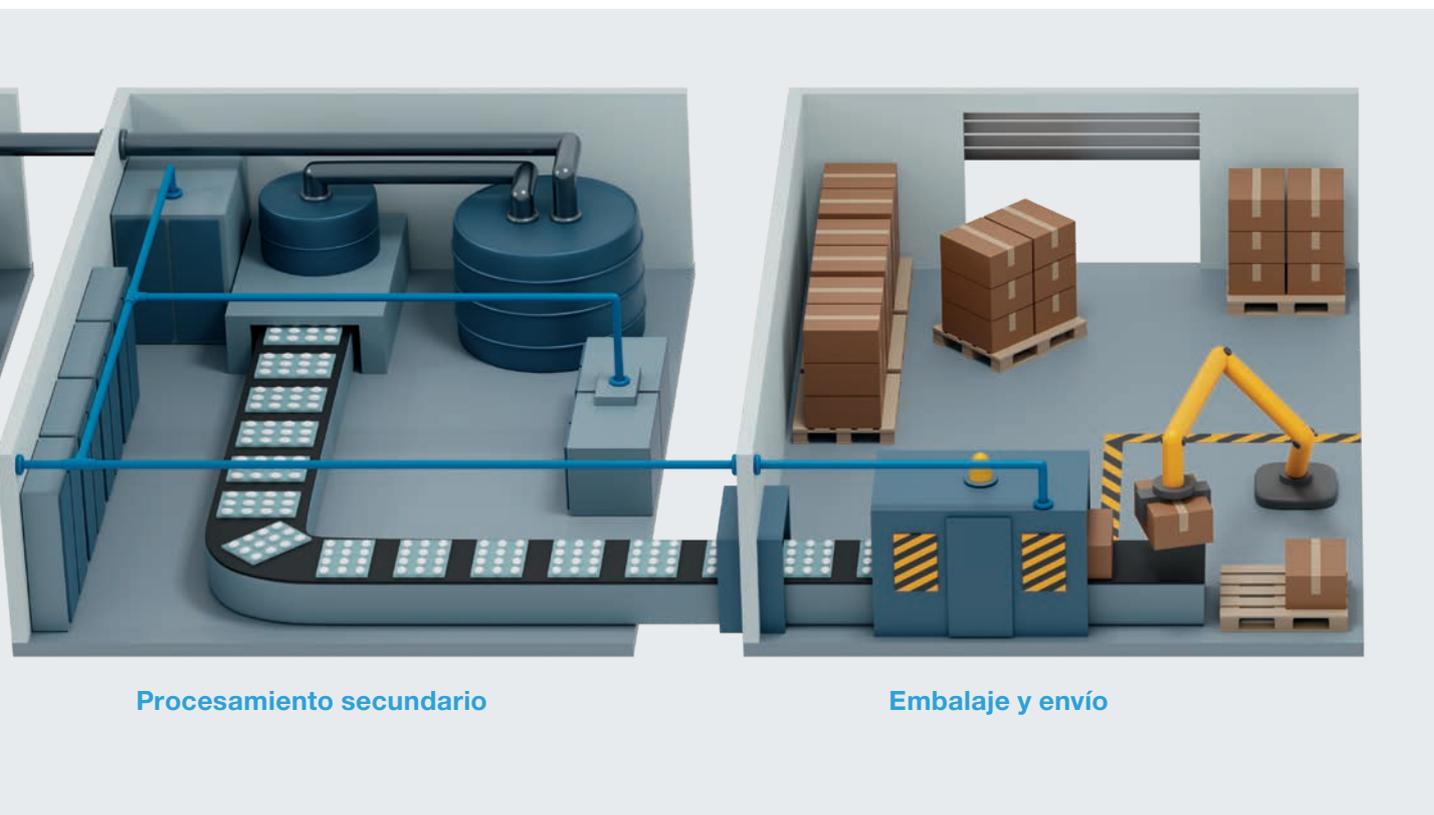
La importancia potencialmente crítica de las aplicaciones de aire comprimido y el impacto que puede tener el compresor que realmente genera el aire se ilustran con las siguientes preguntas⁵⁾:

- ¿La aplicación de aire comprimido implica un contacto directo o indirecto con los productos?
- ¿Qué volúmenes de aire comprimido se utilizan?
- ¿El producto fabricado es un medicamento estéril o es microbiológicamente inestable?

- ¿Existen otros contaminantes (partículas, aceite) normalmente asociados al aire comprimido de especial importancia en relación con el medicamento?
- ¿Es el producto sensible a la humedad?

Por otra parte, el aire comprimido respirable que necesita el personal cuando utiliza los trajes de protección total prescritos para la manipulación de ingredientes altamente activos es igualmente relevante. Este tipo de aplicaciones deben mantener alejados todos los contaminantes atmosféricos.

⁵⁾ Aire comprimido en la industria farmacéutica; Werner D; Editio Cantor Verlag 2016





4. Por qué el aire no siempre es aire

Cualquier forma de aire comprimido contiene partículas contaminantes. Éstas pueden impedir que un sistema neumático funcione como debería y pueden provocar problemas de calidad en la producción. Estos tienden a ocurrir si el aire de proceso entra en contacto con el producto.

Son posibles varios tipos de contaminantes, ya que el aire ambiente o el aire de entrada pueden contaminarse con casi cualquier tipo de partículas, como polen, polvo, hidrocarburos o metales pesados como plomo, cadmio o mercurio. Las directrices DIN EN ISO y GMP de la UE definen, basándose en las clases de salas limpias, cuántas partículas y de qué tamaño pueden estar presentes en una sala determinada.

No se tiene en cuenta que las concentraciones de partículas en el compresor aumentan considerablemente cuando se genera aire comprimido. Durante el soplado de un sistema neumático, puede haber (aunque no necesariamente) contacto directo con el producto. Y esto puede dar lugar a la contaminación de las fórmulas debido a la altísima densidad de partículas que conlleva.

Clases de limpieza del aire comprimido según la norma DIN ISO 8573-1 (Rev. 2010; fuente: CompAir)

Clase	Partículas			Contenido de humedad y el agua	Aceite total [10]		
	0,1..-0,5 µm [1,6,9]	0,5..-1 µm [1,6,9]	1..-5 µm [1,6,9]				
0	Según la definición y mejor que la clase 1			Según la definición y mejor que la clase 1		Según la definición y mejor que la clase 1	
1	≤ 20.000	≤ 400	≤ 10	≤ -70 °C	[2,5]	≤ 0,01 mg/m³	[1,3]
2	≤ 400.000	≤ 6.000	≤ 100	≤ -40 °C		≤ 0,1 mg/m³	
3	.....	≤ 90.000	≤ 1.000	≤ -20 °C		≤ 1 mg/m³	[1,4]
4	.....	.....	≤ 10.000	≤ +3 °C		≤ 5 mg/m³	
5	.....	.....	≤ 100.000	≤ +7 °C			
6	≤ 5 mg/m³			≤ +10 °C	[1,8]		
7	5..-10 mg/m³			≤ 0,5 g/m³			
8				0,5..-5 g/m³			
9				5..-10 g/m³			
X	> 10 mg/m³			> 10 g/m³		> 5 mg/m³	[1,4]

Clases de salas limpias GMP (Rev. 2010; fuente: directriz GMP)

Clase	Número máximo permitido de partículas por m³ (igual o mayor que el tamaño indicado)				Valores límite recomendados para la contaminación microbiológica en estado de funcionamiento (valores medios)			
	Modo de reposo		Estado de funcionamiento		Muestra de aire	Sedimentación – placas (Ø 90 mm)	Placas de contacto (Ø 55 mm)	Guante – imprimir 5 dedos
	≥ 0,5 µm	≥ 5,0 µm	≥ 0,5 µm	≥ 5,0 µm	UFC / m³	UFC / 4 horas (b)	UFC / placa	UFC / guante
A	3.520	20	3.520	20	<1	<1	<1	<1
B	3.520	29	352.000	2.900	10	5	5	5
C	352.000	2.900	3.520.000	29.000	100	50	25	29.000
D	3.520.000	29.000	*	*	200	100	50	

Anexo 1 de la Guía de la CE sobre las buenas prácticas Prácticas de fabricación (GMP)

5. El aire comprimido en la normativa farmacéutica: un caso especial

Como ya se ha establecido, ninguna de las normativas farmacéuticas específicas relativas a la fabricación dice nada sobre las clases de calidad del aire comprimido ni hace distinción alguna entre los distintos usos previstos, aparte de la distinción básica de si hay o no contacto con el producto.

Los farmacéuticos industriales interesados en el diseño de máquinas creen que la falta de definiciones para el aire comprimido constituye una omisión importante⁶⁾ que puede no ser fácil de remediar. Esto significa que, incluso hoy en día, cualquier empresa farmacéutica

que participe en la investigación o la fabricación, y por supuesto también cualquier fabricante contratado, debe definir por sí misma – antes de cualquier construcción o edificación de una línea de fabricación o laboratorio – cuál debe ser la calidad de aire comprimido adecuada, según la norma DIN ISO 8573-1. Incluso en este punto, la empresa farmacéutica que realiza la puesta en marcha puede introducir errores en la fase de especificaciones al llegar a una formulación errónea o insuficientemente detallada. Un compresor y una red de tuberías mal diseñados pueden tener graves consecuencias y acarrear impor-

tantes costes. En este caso, la afirmación del Instituto Fraunhofer de Ingeniería de Fabricación y Automatización (IPA) tiene el doble de peso, ya que los investigadores consideran⁷⁾ que es posible ahorrar hasta un 30%. Creen que la mayoría de los sistemas de aire comprimido son ineficientes, por ejemplo, debido a las fugas que se producen, por ejemplo, en la red de tuberías utilizada para la producción. En conjunto, los problemas asociados a compresores mal dimensionados, sistemas de distribución inadecuados y posibles fugas aumentan la probabilidad de un funcionamiento poco rentable.

⁶⁾ Entrevista – Jefa de División y Farmacéutica Industrial

⁷⁾ <https://www.ipa.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/Algorithmen-gegen-Druckluft-Verschwendung.html>



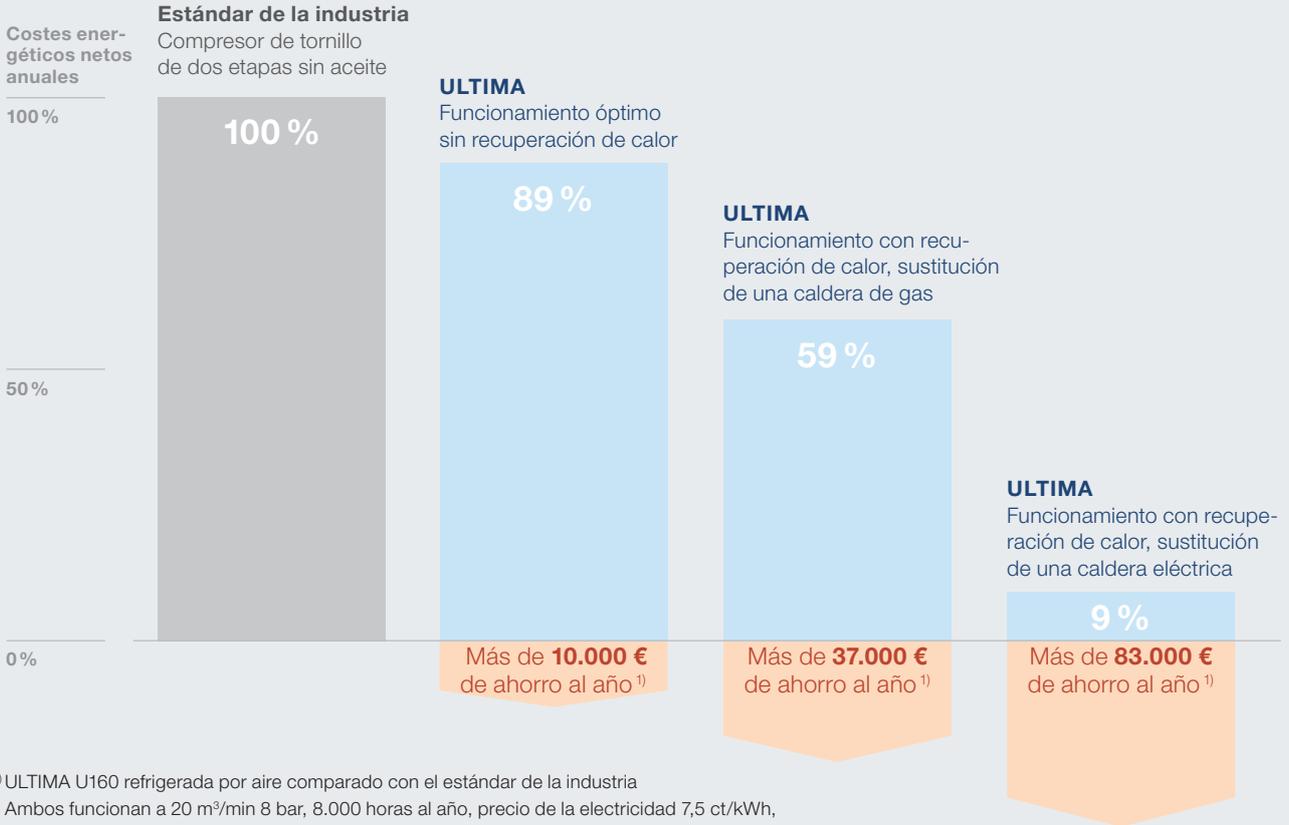
Compresor exento de aceite refrigerado por aire con recuperación de calor opcional

Para más información, haga clic aquí:



ULTIMA

Evaluación económica compresor ULTIMA comparado con el estándar de la industria ¹⁾



6. Estrategias para una solución: limpieza desde el principio

Entre las posibles soluciones, para cumplir los requisitos de pureza del aire comprimido, se encuentran los sistemas de filtración y el uso de modelos de compresores exentos de aceite, cuyo propio diseño se basa esencialmente en mantener las partículas/aerosoles de aceite fuera del compresor.

Los compresores exentos de aceite ofrecen una serie de ventajas, y en los casos en que los fabricantes de medicamentos sólo necesitan una presión inicial de 10 bares, el beneficio potencial es máximo. Suponiendo que pocos procesos asociados a la producción farmacéutica, si es que alguno, requieran estos altos niveles de presión, las empresas pueden

beneficiarse de un trabajo de mantenimiento mínimo. Y esto coincide con el lema farmacéutico de «no cambiar nunca un sistema en funcionamiento». Tampoco son necesarios elaborados separadores de aceite y, además, se necesita mucho menos aceite. Hasta ahora, el gran inconveniente eran los costes de inversión realmente elevados.



7. Opciones técnicas para la purificación del aire comprimido

El aire comprimido sólo puede utilizarse para el proceso de fabricación de productos farmacéuticos después de haber eliminado todos los gases y contaminantes del aire. Cuando se habla de sustancias que hay que purificar, se suele hacer referencia a las partículas contaminantes, el agua y el vapor de agua, los aceites y los vapores de aceite, y muy a menudo también a los microorganismos.

En la mayoría de los casos, el aire de salida es la fuente de contaminación, pero el propio proceso de compresión (por condensación de agua o inyección de aceite), las superficies de los componentes del sistema de aire comprimido (partículas) y las intervenciones del personal de mantenimiento también son posibles causas.

El diseño de un sistema de tratamiento de aire comprimido para el proceso de fabricación de productos farmacéuticos depende del diseño del compresor, la ubicación y el volumen de aire comprimido necesario.

Los procesos de producción farmacéutica difieren en función, por ejemplo, de la formulación, la forma farmacéutica o el envasado primario o secundario. Ningún proceso es 100 % comparable a otro, lo que pone de manifiesto que el aire comprimido de proceso puede utilizarse en diferentes lugares. El cálculo del coste total de propiedad de un sistema de aire comprimido es, por tanto, complejo y debe tener en cuenta todos los factores que influyen a lo largo de toda la vida útil.

Para más información, haga clic aquí:



[Tratamiento de aire comprimido](#)

Los siguientes puntos sirven de orientación para la selección de una tecnología adecuada:

- 1 Como el propósito de los equipos de purificación es garantizar la calidad del aire, primero debe identificar la calidad de aire comprimido necesario para su sistema. Dependiendo de su aplicación, cada punto de uso del sistema puede requerir una calidad de aire comprimido diferente. Las clasificaciones de calidad de la norma ISO 8573-1:2010 permitirán a su proveedor de equipos identificar fácilmente y de forma correcta y rápida el equipo de purificación para cada parte de su sistema.
- 2 ISO 8573-1:2010 es la última edición de la norma. Asegúrese de que está escrito en su totalidad al ponerse en contacto con proveedores. Especificaciones de calidad del aire como «ISO 8573-1» o «ISO 8573-1:1991», probablemente se refieren a una edición anterior del estándar y pueden dar como resultado una menor calidad de aire comprimido suministrado.
- 3 Asegúrese de que el equipo que está considerando suministrará la calidad del aire de acuerdo con las clasificaciones de calidad que ha seleccionado en la ISO 8573-1:2010.
- 4 Cuando compare filtros coalescentes, asegúrese de que se hayan probado de conformidad con las normas ISO 8573-2:2007, ISO 8573-4:2001 e ISO 12500-1:2007.
- 5 Solicite la validación del rendimiento del producto a terceros.
- 6 Para su tranquilidad, asegúrese de que el fabricante ofrece una garantía escrita de calidad del aire.
- 7 Las instalaciones de compresores exentos de aceite requieren las mismas consideraciones de filtración que las de compresores lubricados por aceite.
- 8 Cuando se comparan los costes operativos de los filtros coalescentes, considere sólo la primera pérdida de presión saturada. La pérdida de presión en seco no es representativa normalmente del rendimiento en un sistema de aire comprimido húmedo. ISO 12500-1:2007 requiere que se registren las pérdidas de presión de los filtros coalescentes cuando el elemento está saturado.
- 9 Mire las características de obstrucción del filtro. Precisamente porque tiene una baja presión diferencial inicial, no significa que ésta siga siendo baja durante toda la vida útil del elemento filtrante. Los costes de energía siempre deben calcularse según las características de obstrucción del filtro, no sólo a partir de la presión diferencial saturada inicial.
- 10 Analice el coste total de propiedad de los equipos de purificación, incluyendo los costes de adquisición, operación y mantenimiento. Un bajo precio de compra inicial puede parecer atractivo pero puede resultar en altos costes operativos y otras complicaciones debido a la mala calidad del aire.

La amplia gama de tratamiento de aire comprimido de CompAir



Filtración

- Separador de ciclón
- Filtro roscado
- Filtro con brida

Elimina el agua libre, las partículas de suciedad y los aerosoles



Secadores frigoríficos

- Serie estándar
- Serie Premium
- Serie de ahorro de energía

Aire comprimido seco según las clases de calidad ISO 4 y 5



Secadores de adsorción

- Modular regenerador en frío
- Regeneración en frío
- Regeneración en caliente

Alta calidad ISO Clase 1, 2 y 3 para aire comprimido libre de agua y aceite utilizado en las industrias farmacéutica, de alimentos y bebidas, electrónica y de generación de energía



Gestión del condensado

- Purgador con control de nivel
- Purgadores electrónicos
- Separadores de agua y aceite

Purgadores de flotador eléctricos, controlados por tiempo y mecánicos utilizados en todos los sistemas de aire comprimido para descargar el condensado líquido, así como separadores de aceite y agua para la eliminación eficaz de los condensados del aire comprimido

Para los productos de tratamiento del aire comprimido se puede hacer la siguiente clasificación aproximada:

Se puede distinguir entre todos los productos que funcionan sobre la base técnica de la filtración. Los separadores ciclónicos, los filtros en línea o los filtros de brida eliminan el agua libre, las partículas de suciedad y los aerosoles del aire comprimido. Los filtros estériles hacen lo mismo con respecto a los microorganismos.

Otra categoría son los llamados secadores frigoríficos, que producen aire comprimido seco para las clases de calidad ISO 4 y 5. La tecnología que se utilice dependerá de la calidad deseada del aire comprimido, del perfil de la demanda y de los parámetros ambientales (climáticos). En el entorno farmacéutico, los secadores de adsorción suelen ser el medio elegido. Los secadores de adsorción o desecantes utilizan un ad-

sorbente regenerativo, como el carbón activado, y requieren un filtro coalescente para un funcionamiento eficaz. En el caso de los secadores de adsorción, el tratamiento se lleva a cabo de acuerdo con las clases ISO 1, 2 y 3 para el aire comprimido libre de agua y aceite utilizando la regeneración en frío, la regeneración modular en frío o la regeneración por calor. Otra opción para el tratamiento del aire son las tecnologías con la llamada gestión de condensados. Se trata de trampas de flotador electrónicas, controladas por tiempo y mecánicas que pueden utilizarse en todos los sistemas de aire comprimido para descargar el condensado líquido. La eliminación eficaz de los condensados del aire comprimido se lleva a cabo mediante separadores de aceite/agua, trampas de flotador o trampas electrónicas. La categoría de separadores de agua incluye varios diseños técnicos que eliminan

más del 90% del agua líquida del aire comprimido bruto. Entre ellos se encuentran, por ejemplo, los separadores centrífugos y rotativos. Funcionan según el principio que les da nombre, según el cual el aire impuro se introduce tangencialmente en un separador cilíndrico. Las partículas de aceite y agua son lanzadas contra la pared exterior por las fuerzas centrífugas, donde pueden fluir hacia abajo.

Con la ayuda de filtros de polvo, también se pueden retener todas aquellas partículas que contaminan el sistema de aire comprimido independientemente de la presencia de un líquido. Los secadores de membrana utilizan una membrana para secar el aire húmedo y cargado de partículas antes de ponerlo a disposición del proceso.

Para más información, haga clic aquí:



Para secar el aire comprimido húmedo, se utiliza un secador desecante HOC (calor de compresión) (izquierda). Este utiliza casi todo el calor residual del compresor para regenerar el desecante.

8. Una necesidad para todos los fabricantes por contrato: flexibilidad e innovación

Las empresas farmacéuticas centradas en la investigación necesitan sobre todo aire comprimido en sus laboratorios, e incluso los grandes actores de la industria farmacéutica han adoptado cada vez más un enfoque de externalización de la fabricación (recurriendo a fabricantes contratados). Para estas empresas, esto significa trasladar todos los beneficios, en términos de costes y riesgos, a las empresas que participan realmente en la producción, que son totalmente responsables a su vez de optimizar la gestión de la capacidad y tienen que ofrecer la mayor flexibilidad técnica posible para apoyar las entregas a tiempo. Por lo tanto, a menudo son los fabricantes contratados los que tienen que presentar una tecnología

de sistemas innovadora y flexible, que también puede incluir un sistema de aire comprimido flexible como el ULTIMA. Mientras que antes había que esperar a que un principio activo superara con éxito la fase III de los ensayos clínicos para invertir en maquinaria y sistemas, ahora los expertos recomiendan pensar desde el principio en cómo podría ser una producción comercial adecuada y viable a largo plazo, y en el tipo de tecnología de proceso que podría requerir. Si un fabricante contratado adquiere, por ejemplo, un compresor exento de aceite de 75 kW en este tipo de fase inicial de diseño, y luego se requiere un nivel de rendimiento más alto durante la producción en vivo – como está ocurriendo

actualmente, por ejemplo, con la producción de vacunas –, existe una clara necesidad de formas flexibles de tecnología. Por ejemplo, las unidades de la gama ULTIMA pueden actualizarse con relativa facilidad a una potencia de 160 kW en tan sólo unas horas. No hay necesidad de ninguna conversión ni de largos trabajos de recalificación. Esto significa que los niveles de potencia pueden ajustarse rápidamente en cualquier momento, incluso durante el funcionamiento en vivo, en función del proceso de fabricación. Dado que los sistemas no requieren un extenso trabajo de validación y cualificación, esto tiene un impacto positivo en los costes totales de un lote y, por tanto, también en los beneficios.



9. Integración mecánica y digital en un entorno de diseño higiénico

Si el compresor y la recuperación de calor se combinan en una sola unidad, las empresas se benefician del tipo de diseño cerrado que también cumple todos los requisitos de diseño higiénico. Este tipo de solución «llave en mano» es también mucho más compacta que los equipos de categorías de potencia similares. La solución integrada garantiza unas bajas emi-

siones de ruido y es fácil de instalar. Los compresores exentos de aceite de la gama ULTIMA pueden conectarse, de serie, a iConn, una plataforma digital en la nube que admite el análisis del aire comprimido y el mantenimiento proactivo. Los usuarios finales pueden utilizar esta aplicación para controlar y optimizar la generación de aire comprimido para su proceso.

La monitorización continua del estado ayuda a prevenir paradas no planificadas del sistema durante la fabricación de medicamentos y desempeña, por tanto, un papel clave para evitar cualquier pérdida en un lote. La monitorización del estado también favorece la detección temprana de las necesidades de mantenimiento.

Para más información, haga clic aquí:



iConn

10. Conclusión

La diversidad de aplicaciones de aire comprimido utilizadas en un entorno farmacéutico es inmensa. Por ello, es discutible que en el futuro puedan elaborarse normas unificadoras, tanto a nivel nacional como internacional. Los expertos consideran que parámetros como la cantidad de aceite, partículas o microorganismos no pueden apoyarse en tales declaraciones generales.

Por el contrario, el panorama general real, y por tanto cualquier daño potencial para los seres humanos, dependerá de la calidad del aire vertido. Aquí es donde la elección de los lubricantes y aceites refrigerantes de entre la amplia gama de aceites disponibles – incluidos los totalmente sintéticos – también adquiere relevancia, al igual que los materiales incorporados al propio sistema y las condiciones para el crecimiento microbiano. Las distintas ponderaciones de estos parámetros dificultan la normalización, por no hablar de la

cuestión de la correlación con los distintos tipos de medicamentos y aplicaciones.

Los compresores exentos de aceite con modernos sistemas de control están contribuyendo de forma indispensable a mejorar la calidad del aire comprimido en la industria farmacéutica y a alcanzar los mejores niveles posibles en la actualidad. Están haciendo que la fabricación de aire comprimido deje de ser un factor de coste y se convierta en una forma de eficiencia de costes, además de dar forma a la responsabilidad corporativa, que incluye el impacto medioambiental.



Una amplia gama de tecnologías exentas de aceite de CompAir proporciona aire comprimido de la más alta calidad para muchas aplicaciones diferentes



S04 a S15D Scroll

8 a 10 bar
0,35 a 1,77 m³/min
4 a 15 kW

compresores scroll 100 % exentos de aceite compresores, simples o dúplex, para una baja demanda de aire



D15H(RS) a D37H

5 a 10 bar
0,32 a 5,86 m³/min
15 a 37 kW

compresores de tornillo de una etapa, 100% exentos de aceite, con inyección de agua compresores de tornillo; velocidad fija o regulada



ULTIMA U75 a U160

4 a 10 bar
6,7 a 23,6 m³/min
75 a 160 kW

compresores de tornillo de dos etapas, sin aceite; velocidad fija o regulada



D37(RS) a D160(RS)

4 a 10 bar
3,2 a 23,52 m³/min
37 a 160 kW

compresores de tornillo de dos etapas, sin aceite; velocidad fija o regulada



DX200(RS) a DX355(RS)

7 a 10 bar
11,6 a 53,3 m³/min
200 a 355 kW

compresores de tornillo de dos etapas, sin aceite; velocidad fija o regulada

Para más información, haga clic aquí:



Autor

El Dr. David Bruchof estudió ingeniería mecánica en la Universidad RWTH de Aquisgrán y luego se doctoró en la Universidad de Stuttgart. Tras pasar a la actividad empresarial, ocupó inicialmente varios puestos en investigación y desarrollo, así como en gestión de productos en Balcke-Dürr, un proveedor de intercambiadores de calor y sistemas de limpieza de gases de combustión para centrales eléctricas. En 2017, se trasladó a Gardner Denver, donde, como director de producto de compresores sin aceite, es responsable, entre otras cosas, del desarrollo de nuevos productos innovadores, como la serie de compresores ULTIMA.



Autor correspondiente

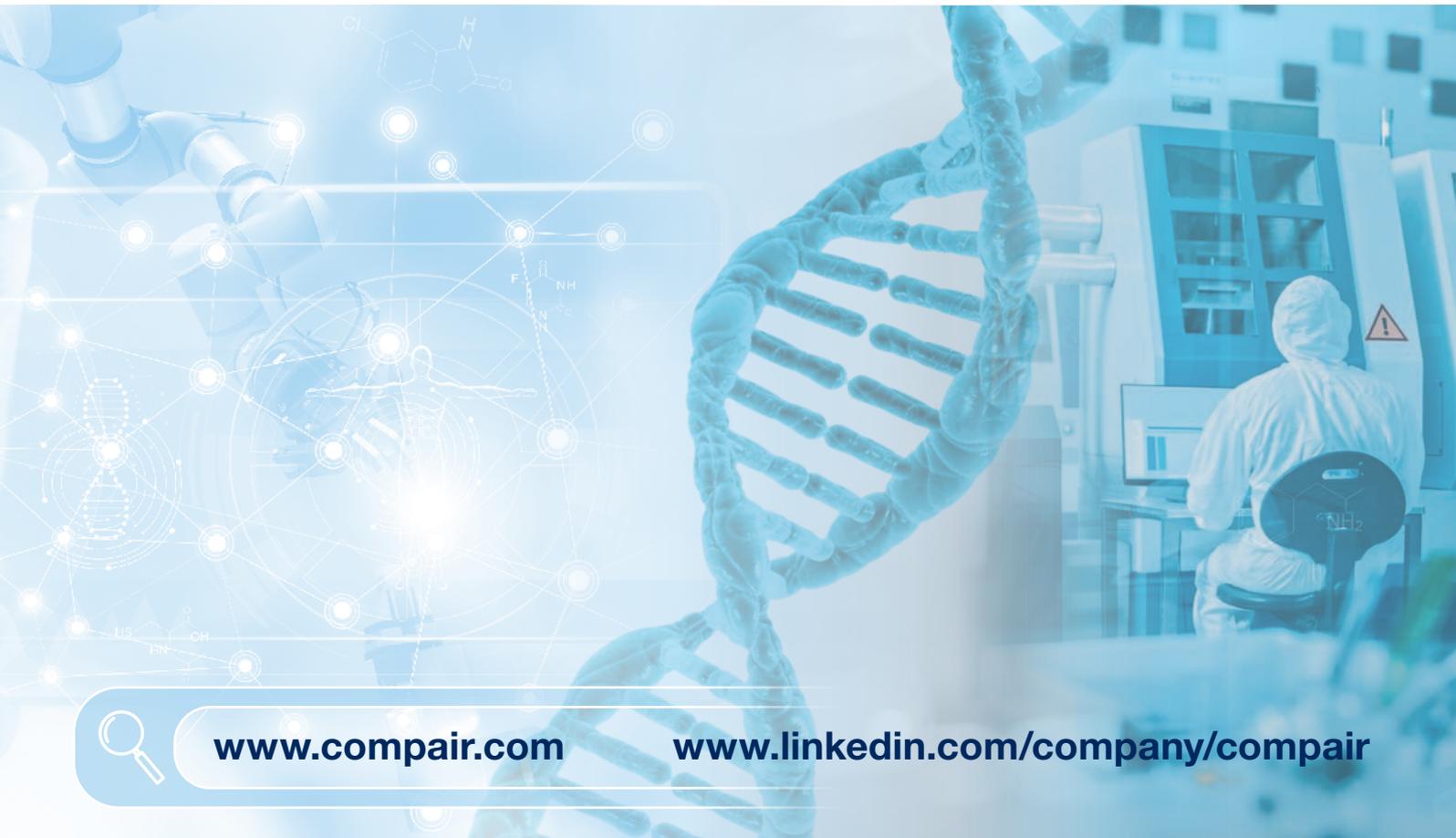
Dr. David Bruchof
Director de Producto
para Europa de
Compresores de
Tornillo sin Aceite

Dirección de correspondencia

david.bruchof@irco.com
CompAir Drucklufttechnik
Argenthaler Straße 11
55469 Simmern
Alemania

Editorial

CompAir Drucklufttechnik
Gardner Denver Deutschland GmbH
Argenthaler Straße 11
55469 Simmern
Alemania
www.compair.com



www.compair.com

www.linkedin.com/company/compair