



**CARBUROS
METALICOS**
Grupo Air Products

Fabricación Aditiva y Tecnología de Aplicación de Gases

Índice

Fabricación aditiva de metal

- 2 Producción de polvo de metal
- 3 Proceso de impresión 3D
- 4 Tratamiento posterior

Fabricación aditiva de plástico

- 6 Molienda criogénica

Formas de suministro de gases industriales

- 7 Microbulk, gases licuados y generación in situ
- 8 Solución integrada de membranas PRISM®



Los gases industriales están haciendo avanzar los procesos de impresión 3D

En el mundo del prototipado rápido y de la producción de componentes de metal y plástico es imprescindible disponer de la atmósfera de gas adecuada para producir piezas de calidad. El argón, el nitrógeno y el helio son los gases que se utilizan habitualmente para crear atmósferas inertes y cumplir así con las exigentes normas de tolerancia necesarias para la fabricación aditiva (AM, por sus siglas en inglés, Additive Manufacturing). Los gases industriales se utilizan en todas las etapas del proceso, desde la producción de polvo, pasando por las diversas técnicas de fabricación aditiva, hasta los procesos de acabado como el tratamiento

térmico o el prensado isostático en caliente (HIP, Hot Isostatic Pressing).

En Carburos Metálicos contamos con un amplio conocimiento de aplicaciones para el tratamiento de superficies de metales y plásticos, que ayudan a los responsables de la fabricación aditiva a optimizar la selección, el suministro y la pureza de sus gases, de modo que mejora el resultado final de las piezas. Este documento explica el uso de los gases industriales durante las fases que tienen lugar antes, durante y después del proceso de fabricación aditiva.

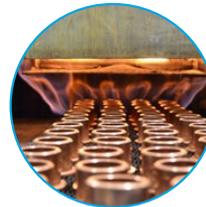
Etapas de la fabricación aditiva de metal



Producción de polvo de metal



Impresión 3D en metal



Tratamiento térmico/sinterización

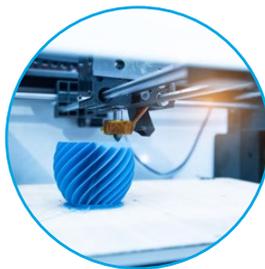


Prensado isostático en caliente (HIP)

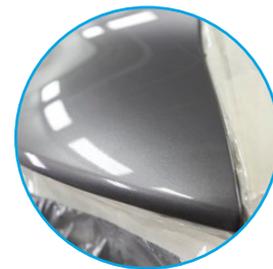
Etapas de la fabricación aditiva de plástico



Molienda criogénica



Impresión 3D en plástico



Acabado, recubrimiento

Fabricación aditiva de metal

Producción de polvo de metal

La atomización en una atmósfera de gases inertes es el mejor método para obtener partículas densas y esféricas, que son las más adecuadas para las aplicaciones de fabricación aditiva, donde el tamaño de partícula deseado es de menos de 100 micrones. Además, la atomización en una atmósfera de gases inertes reduce en gran medida los riesgos de oxidación, lo que aporta un alto nivel de pureza y de calidad al polvo, que da como resultado un tipo de partícula más esférica. La Tabla I enumera los gases recomendados para la atomización del polvo para metales específicos. El helio ofrece los mejores resultados en aquellos casos en los que se requiere una mayor transferencia de calor.

Este proceso ofrece las siguientes propiedades:

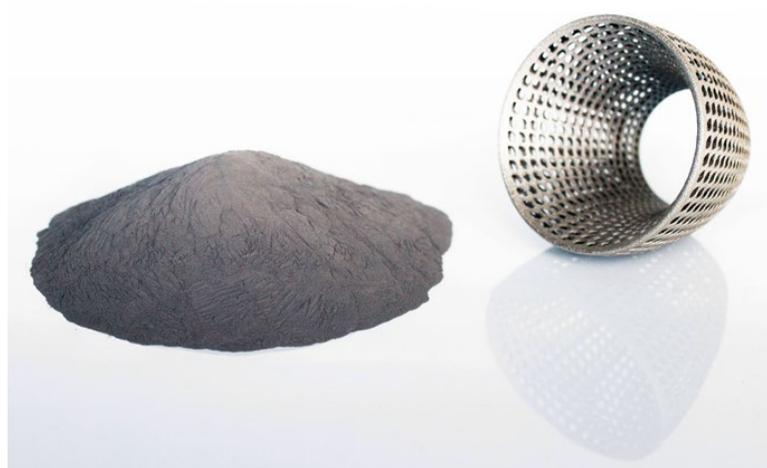
- Partículas densas y esféricas
- Polvos de metal de alta pureza y calidad
- Distribución limitada del tamaño de aproximadamente 100 micrones

Además de diversas atmósferas de gases, Carburos Metálicos también ofrece gases a alta presión para la atomización de polvo y atmósferas base hidrógeno para las reacciones de reducción del polvo.

Tabla I: Recomendaciones de gases industriales para la atomización de polvo de metales específicos

Material	Preferido*	Alternativas
Aluminio	Ar	N ₂ He
Acero al carbono	N ₂	—
Cobalto	Ar	He
Cobre	N ₂	Ar
Magnesio	Ar	He
Níquel	Ar	He
Acero inoxidable	N ₂	Ar
Titanio	Ar	He

* La selección del gas de atomización específico depende de los materiales, del proceso y del equipo. Nuestros expertos de Carburos Metálicos pueden ayudarte a elegir la mejor opción.



Fabricación aditiva de metal

Proceso de impresión 3D

El nitrógeno y el argón son los gases que se utilizan habitualmente para crear atmósferas inertes y cumplir así con las exigentes normas de tolerancia necesarias para la fabricación aditiva. El uso de helio, con su alta conductividad térmica, constituye una opción interesante para minimizar la distorsión térmica de las zonas alargadas durante la impresión. El helio se utiliza normalmente para el enfriamiento posterior a la producción de componentes aeroespaciales y médicos de importancia operacional crítica que se procesan al vacío en aplicaciones de fusión por haz de electrones.

Una atmósfera inerte ofrece numerosos beneficios a las piezas impresas, ya que:

- Reduce la oxidación de las piezas impresas al disminuir el contenido de oxígeno durante el proceso de impresión
- Mejora la seguridad a través de la inertización del polvo combustible durante la manipulación y el tamizado del polvo
- Crea un entorno de impresión estable al mantener una presión constante en la cámara de impresión
- Reduce la aglutinación de polvo en el tubo de alimentación
- Evita que se deformen las piezas al controlar la tensión térmica a través del enfriamiento

Los requisitos de gases varían en función del proceso y del material que se utilice para imprimir.



Por ejemplo, una impresión directa con máquina de sinterización láser en metal con cromo cobalto puede necesitar nitrógeno, mientras que una máquina selectiva de fusión con láser que utilice el mismo material puede necesitar argón. La Tabla II muestra los gases recomendados para polvos de metal, así como las tecnologías de impresión que más se utilizan.

Tabla II: Gases utilizados para los procesos de impresión 3D más comunes

Método de fabricación	Gases recomendados*		
Fusión láser de lecho de polvo	Ar	N ₂	
Fabricación aditiva (polvo) por haz de electrones		N ₂	He
Fusión (de hilo) por haz de electrones	Ar	N ₂	He
Fabricación aditiva a partir de hilo por arco eléctrico (WAAM)	Ar		He
Impresión por inyección de aglutinante	Ar		He

*El gas utilizado depende de los materiales utilizados en el proceso. Los expertos de Carburos Metálicos pueden ayudarte a elegir la mejor opción.

Fabricación aditiva de metal

Tratamiento posterior

Normalmente, las piezas impresas en 3D necesitan un procesamiento adicional para conseguir las propiedades finales deseadas. Esto se hace principalmente mediante tratamientos térmicos, sinterización o prensado isostático en caliente (HIP). Estos tres procesos requieren gases industriales para evitar la oxidación. La Tabla III enumera los gases utilizados en cada proceso y las ventajas que ofrece cada uno de ellos.



Tabla III: Gases utilizados para métodos de tratamiento posteriores y ventajas del proceso

Proceso	Gases utilizados	Ventaja
Sinterización	N_2 Ar H_2 (H_2 utilizado para formar la mezcla de gases)	<ul style="list-style-type: none">• Piezas próximas a la forma final• Mayor resistencia• Mayor uniformidad
Tratamiento térmico	N_2 Ar H_2	<ul style="list-style-type: none">• Reducción de las tensiones internas• Mayor resistencia• Mayor ductilidad• Mayor dureza
Prensado isostático en caliente (HIP)	Ar	<ul style="list-style-type: none">• Piezas con alta densidad• Mayor resistencia• Mayor fiabilidad

Mejora la eficiencia de tu tratamiento térmico con los sistemas de suministro de atmósferas y de gestión de procesos de Carburos Metálicos.

Estos sistemas de última generación supervisan los parámetros de composición para garantizar que tu horno funcione con las atmósferas de gases deseadas y te alertarán si es preciso llevar a cabo algún tipo de mantenimiento o ajuste.

Incluyen la Inteligencia de Procesos de Carburos Metálicos, nuestra propuesta basada en el internet industrial de las cosas (IIoT) para optimizar los procesos, aplicando décadas de experiencia en el procesado de metales en el suministro de gases, en el conocimiento de aplicaciones y en seguridad. La Tabla IV muestra el equipo de gestión de atmósferas de Carburos Metálicos y sus ventajas.

Tabla IV: Características de los equipos de gestión de atmósferas de Carburos Metálicos

Equipo	Características
Precisión en la composición del gas Sistemas de mezcla	<ul style="list-style-type: none"> Control del caudal, presión y composición a tiempo real Interfaz persona-máquina integrada Control de mezclas de 2 o 3 gases
Horno inteligente Sistemas de medición de la atmósfera	<ul style="list-style-type: none"> Supervisión y control de la densidad, temperatura, presión y pureza del gas del horno a tiempo real Gestiona el punto de rocío, el nivel de oxígeno, el porcentaje de hidrógeno y/o monóxido de carbono y el potencial de carbono
Lanza inteligente de nitrógeno-metanol	<ul style="list-style-type: none"> Actualizaciones de presión y de temperatura a tiempo real para el mantenimiento predictivo Mejora de la atomización para un mayor rendimiento
Sistema de adquisición de datos de proceso	<ul style="list-style-type: none"> Almacena todos los parámetros del proceso en una ubicación práctica
Sistema de supervisión de tanques	<ul style="list-style-type: none"> Controla la presión, el nivel de líquido y el caudal de los tanques de gas licuado Acceso remoto a los datos



Fabricación aditiva de plástico

Molienda criogénica

Soluciones de molienda criogénica PolarFit® para una reducción de tamaño eficiente

Algunos materiales que no responden bien a la molienda a temperatura ambiente pueden aprovechar los beneficios de la molienda o trituración criogénica.

La temperatura de los materiales termoplásticos o incluso de algunos polvos de metal puede reducirse hasta alcanzar una temperatura inferior a la de su transición vítrea, para que resulte más sencillo procesarlos. Los materiales que pueden fundirse, oxidarse o decolorarse con el calor generado durante la molienda pueden beneficiarse de las ventajas del enfriamiento que ofrece el nitrógeno líquido o el dióxido de carbono utilizados en la molienda criogénica para producir partículas uniformes de menor tamaño utilizadas en la impresión 3D.

Los sistemas de reducción de tamaño PolarFit® de Carburos Metálicos utilizan el poder de enfriamiento del nitrógeno líquido para eliminar el calor producido durante tu proceso de molienda, así como para controlar la temperatura de tu producto



o molienda en una atmósfera inerte. Esto te permite alcanzar un tamaño de partículas más preciso y consistente y un mayor rendimiento. La molienda criogénica ofrece numerosos beneficios en comparación con los métodos de molienda tradicionales, entre los que se encuentran los siguientes:

- Mayor producción de partículas dentro del margen deseado
- Distribución más uniforme del tamaño de partículas
- Niveles de producción más elevados
- Mejora de la calidad del producto
- Mejora de la seguridad del proceso debido a la inertización con nitrógeno

Carburos Metálicos cuenta con décadas de experiencia en la molienda criogénica en laboratorios y plantas. Como empresa líder en aplicaciones criogénicas, ofrecemos un servicio técnico completo a cargo de nuestro experto personal y de nuestras instalaciones, totalmente

equipadas. Nuestros especialistas criogénicos pueden trabajar contigo para satisfacer las necesidades de tus productos y de tus procesos. En nuestras instalaciones de pruebas en Allentown, Pennsylvania, puedes tratar tu producto con equipos a escala de producción para ayudarte a determinar si resulta viable utilizar tecnología criogénica en tus procesos y también ayudarte a valorar las ventajas respecto a los costes.

Tanto si tienes un sistema de molienda criogénica o ambiente que necesites actualizar como si planeas instalar un nuevo sistema, nuestros especialistas en criogenia pueden ayudarte a diseñar y poner en práctica solución más adecuada para ti.

Formas de suministro de gases industriales

Microbulk, gases licuados y generación *in situ*

Carburos Metálicos ofrece diversas opciones de suministro para satisfacer las necesidades de tu empresa. En función del caudal y de la pureza necesarios, nuestros ingenieros pueden ayudarte a elegir el sistema que más se ajuste a tus necesidades. La Tabla V enumera las opciones que ofrecemos para caudales específicos.



Tabla V: Modos de Suministro de los Gases Industriales

Gas	Microbulk	Gas licuado	Generación de gas <i>In situ</i>
N_2	Caudal: 7-140 Nm ³ /h Pureza: ≥99.998%	Caudal: 140-565 Nm ³ /h Pureza: ≥99.998%	Caudal: 155-4.250 Nm ³ /h Pureza: 93-99.999%
Ar	Flowrate: 7-140 Nm ³ /h Pureza: ≥99.997%	Caudal: 140-565 Nm ³ /h Pureza: ≥99.997%	—
He	Flowrate: 0-42 Nm ³ /h Pureza: 99.995%	Caudal: 140-565 Nm ³ /h Pureza: ≥99.995%	—
H ₂	Flowrate: 0-42 Nm ³ /h Pureza: 99.95%	Caudal: 140-565 Nm ³ /h Pureza: ≥99.999%	Caudal: 55-890 Nm ³ /h Pureza: ≥99.999%

Formas de suministro de gases industriales

Solución integrada de membranas PRISM®

Los fabricantes de impresoras 3D pueden integrar separadores de membrana dentro de la carcasa de la impresora para ofrecer una inertización de nitrógeno continua y práctica. Esta solución integrada ahorra a los usuarios finales las molestias de tener que cambiar las botellas o de coordinar su propio suministro de gases inertes.



Las impresoras más pequeñas incluyen unos separadores de membrana muy pequeños, mientras que los bancos de impresoras se alimentan a través de separadores de membrana más grandes. Carburos Metálicos, que ofrece una gran variedad de tamaños entre una opción y otra, es una empresa conocida por ofrecer la cartera más amplia de separadores de membrana dentro de las extensas necesidades operativas, lo que significa que los

fabricantes de sistemas disponen de una gran flexibilidad de diseño para optimizar su aplicación de impresión 3D.

PA1010-N1 Separador de membrana para impresoras pequeñas

Caudal del producto (Nm³/h) / Caudal de aire de alimentación (Nm³/h)*

Presión (BARG)	Pureza de nitrógeno (%)					
	99.5%	99%	98%	97%	96%	95%
5	0.6/6	1.2/6.6	1.8/7.2	2.4/7.8	3.0/8.4	3.6/9.6
9	0.18/12	3.0/12.6	4.2/14.4	5.4/15.6	6.6/17.4	7.8/18.6
15	3.6/20.4	5.4/22.2	7.8/25.2	10.2/27.6	12.6/30	15/33

*Temperatura operativa: 55 °C



PA4050-N1 Separador de membrana para impresoras pequeñas

Caudal del producto (Nm³/h) / Caudal de aire de alimentación (Nm³/h)*

Presión (BARG)	Pureza de nitrógeno (%)					
	99.5%	99%	98%	97%	96%	95%
5	120/811	168/860	243/938	310/1,013	377/1,084	449/1,155
9	284/1,566	392/1,682	561/1,873	721/2,045	878/2,213	1,047/2,389
15	550/2,725	751/2,957	1,081/3,327	1,383/3,660	1,690/4,000	2,011/4,336

*Temperatura operativa: 55°C.

Confía en el líder

Carbueros Metálicos es una compañía líder en el sector de gases industriales que produce, distribuye y vende gases para más de 30 sectores. La compañía aporta soluciones, productos y servicios a sus clientes, así como los materiales y equipos destinados a sus aplicaciones. Desde 1995, Carbueros Metálicos forma parte del Grupo Air Products. Si quieres saber más sobre cómo podemos ayudarte a optimizar tus procesos de impresión en 3D, visita carbueros.com

Para obtener más información,
contacta con nosotros:

Carbueros Metálicos
T 930 009 960
oferta@carbueros.com



tell me more
carbueros.com