

## DIFERENTES GRADOS Y FORMAS MAQUINADAS DE TUBOS Y VÁSTAGOS



### COMPONENTES DE GRAFITO MAQUINADOS, INCLUIDOS VÁSTAGOS, TUBOS Y PIEZAS DE GRAFITO ESPECIAL

Pyrotek ofrece una amplia gama de grados de grafito con especificaciones aptas para cualquier aplicación. El grafito proporciona características operativas únicas. La resistencia de este material aumenta a medida que se eleva la temperatura. Además, cuenta con una extraordinaria resistencia a la corrosión y es prácticamente inmune al choque térmico. La estabilidad térmica y dimensional permanece constante a temperaturas de hasta 2600°C (4712°F). Su resistencia a la erosión lo convierte en un producto excelente y resistente a la fatiga; no se producen cambios en las propiedades con el paso del tiempo ni con el funcionamiento cíclico.



Ofrecemos diversas opciones de tratamientos patentados contra la oxidación para ampliar la vida útil del producto en diferentes aplicaciones. Pyrotek puede suministrar la mayoría de piezas de grafito de alta temperatura estándar para la industria del aluminio, así como componentes especiales.

Nuestra experiencia en maquinado CNC e ingeniería nos permite ayudar a nuestros clientes en el diseño de productos y en la creación de programas de reducción de costos. Podemos proporcionar piezas de grafito maquinadas de alta calidad para crisoles, moldes, componentes de calentadores, electrodos, matrices y muchas otras aplicaciones. Se pueden maquinar formas de grafito de hasta 1375 mm (54 pulg.) de diámetro y 3050 mm (120 pulg.) de longitud.

Entre los productos de alta calidad de grafito especial se incluyen vástagos, tubos, tubos difusores, toberas de cohete, servicios de purificación personalizados y otros productos especiales. Podemos purificar cualquier vástago y tubo de tamaño estándar. El contenido de ceniza se puede reducir al 0.002% (20 ppm). Además, los materiales de terceros de hasta 305 mm (12 pulg.) de diámetro y 3650 mm (144 pulg.) de longitud se pueden convertir en grafito, purificar o tratar con calor. Disponemos de tubos y vástagos de grafito especial de una gran variedad de grados y tamaños.

### TUBOS DIFUSORES DE GRAFITO (FOTOGRAFÍAS EN LA PÁGINA SIGUIENTE)

Los tubos de grafito estándar y de alta calidad con cabezal difusor son muy efectivos en la inyección de gases inertes para la eliminación de hidrógeno, óxidos de aluminio y otras inclusiones. Este proceso mejora considerablemente la calidad del aluminio final. Los tubos difusores de grafito están disponibles con dos grados de resistencia a la oxidación. El análisis realizado en respuesta a modos de fallos sufridos normalmente ofrece las siguientes soluciones.

- Rotura: SST es la mejor opción que no sacrifica la resistencia a la oxidación.
- Oxidación: ZX le permitirá ahorrar más aunque cada tubo tenga un precio ligeramente superior.

Las fotografías que aparecen en la página siguiente ilustran la efectividad de los diversos cabezales difusores de gas que ofrece Pyrotek. El modelo de agua indica la dispersión real de los gases en el aluminio fundido al utilizar estos cinco tipos de cabezales difusores. El gas difundido suele fusionarse alrededor del tubo de grafito cuando éste se instala en posición vertical. Los cabezales difusores de tipo anillo producen una distribución más efectiva del gas, alejándolo del tubo de grafito y distribuyéndolo por toda la colada.

### VENTAJAS

#### *Componentes maquinados*

- Piezas personalizadas disponibles
- Compatibilidad con diseños de AutoCAD y Solidworks
- Amplia experiencia en maquinado CNC
- Protección de grafito para aplicaciones específicas
- Resistencia a la oxidación y baja permeabilidad
- Más de 50 años de experiencia en fabricación de grafito
- Certificación ISO 9001:2008

#### *Tubos difusores*

- Tratados para retardar la oxidación y maximizar la duración
- Los diseños especiales de cabezales difunden el gas en minúsculas burbujas para conseguir un desgasificado más efectivo
- Disponemos de cualquier longitud, roscado o accesorio especial
- Disponemos de artículos estándar almacenados en ubicaciones de todo el mundo para un envío apropiado

### APLICACIONES

#### *Sistemas de control de flujo*

- Tapones de horno
- Extremos de vástagos de medición
- Moldes de colada
- Anillos de lubricación

#### *Tubos difusores*

- Cucharas de transferencia
- Hornos de fundición
- Hornos de inmersión

#### *Componentes de desgasificación*

- Tubos difusores
- Rotores y ejes difusores
- Cabezales de desgasificación especializados

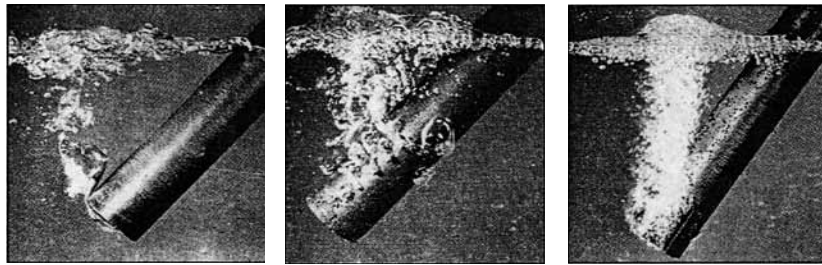
#### *Sistemas de transporte*

- Planchas de salida de mesas de extrusión

#### *Aplicaciones especializadas*

- Piezas maquinadas especiales
- Productos aeroespaciales
- Productos químicos
- Electrónica
- Energía nuclear
- Cuarzo
- Horno de vacío

PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE GAS



EXTREMO PLANO

TIPO 1

TIPO 2



TIPO 3

TIPO 4

TIPO 5

EXTREMOS DE DIFUSIÓN (VER FOTOGRAFÍAS)



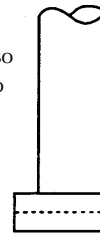
EXTREMO PLANO



TIPO 1  
Tubo de extremo cerrado con agujeros de 20-1/6" de diámetro en 2 1/2" del extremo.



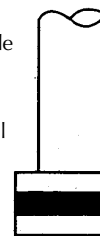
TIPO 2  
Tapón de grafito poroso en el extremo del tubo de 2" x 2" x 1" de ancho.



TIPO 3  
Disco de grafito denso de 1" x 4" de diám. ext. en extremo del tubo con agujeros de 18-1/16" en la periferia.



TIPO 4  
Grafito poroso de 3" de alto x 3-1/2" de diám. ext. que se estrecha a 3" de diám. ext. Cabezal empaquetado aparte para montaje por parte del cliente.



TIPO 5  
Cabezal tipo "sandwich" de 5" de diám. ext. x 3" de grosor. (1" de grafito poroso entre dos capas de grafito denso.)

ESPECIFICACIONES DEL GRAFITO ESPECIAL

Propiedades físicas típicas del grafito especial								
Grado	Producto	Diámetro, pulgadas (cm)	Tam. máx. de grano, pulg. (mm)	Densidad aparente, g/cm <sup>3</sup> (oz/in <sup>3</sup> )	Resistividad eléctrica específica, ohm-pulg x 10 <sup>-5</sup> (ohm-cm x 10 <sup>-5</sup> )	Resistencia a la compresión, psi (MPa)	Resistencia a la flexión, psi (MPa)	Coefficiente de dilatación térmica pulg./pulg.°F x 10 <sup>-7</sup> (pulg./pulg.°C x 10 <sup>-7</sup> )
GSXP	Tubos	0.75-5.25 (1.9-13.3)	0.008 (0.20)	1.65 (0.9)	36 (91.43)	6000 (41.37)	3700 (25.51)	6.0 (10.8)
	Vástagos	3/4-4.25 (1.9-10.8)	0.008 (0.20)	1.65 (0.9)	36 (91.43)	6000 (41.37)	3700 (25.51)	6.0 (10.8)
	Vástagos	5-12 (12.7-30.5)	0.033 (0.84)	1.72 (1.0)	36 (91.43)	6500 (44.82)	2700 (18.62)	15.0 (27)
G-83	Vástagos	3/4-4.25 (1.9-10.8)	0.008 (0.20)	1.83 (1.06)	31 (78.74)	8000 (55.16)	4000 (27.58)	6.0 (10.8)
	Vástagos	5-12 (12.7-30.5)	0.033 (0.84)	1.83 (1.06)	30 (76.20)	7800 (53.78)	2900 (19.99)	15.0 (27)
G-Grade	Vástagos	3/4-4.25 (1.9-10.8)	0.008 (0.20)	1.87 (1.08)	29 (73.66)	10300 (71.02)	5000 (34.47)	6.0 (10.8)
	Vástagos	5-12 (12.7-30.5)	0.033 (0.84)	1.87 (1.08)	27 (68.58)	9000 (62.05)	3000 (20.68)	15.0 (27)
G-90	Vástagos	3/4-4.25 (1.9-10.8)	0.008 (0.20)	1.90 (1.1)	29 (73.66)	10500 (72.39)	5200 (35.85)	6.0 (10.8)
	Vástagos	5-12 (12.7-30.5)	0.033 (0.84)	1.90 (1.1)	27 (68.58)	9200 (63.43)	3100 (21.37)	15.0 (27)

\*Si desea obtener información sobre otros tamaños no incluidos en este documento, póngase en contacto con nosotros.

1) Los valores mostrados en la tabla son valores típicos. Dentro de cada grado, los valores variarán a medida que varíe el diámetro del producto. El coeficiente de variación de los valores mostrados en esta tabla puede ser de hasta el 10%. 2) En los casos pertinentes, todas las propiedades que se muestran en la tabla se han medido en granos. 3) El nivel de ceniza típico será inferior al 0.005% en todos los productos mostrados en esta tabla. 4) La separación entre paredes típica de los productos de tubos GSXP será de ±0.030 pulg. (0.076 cm). 5) La curvatura típica de stock de diámetro pequeño será de ±0.5% arco/cuerda ó 0.5 pulgadas (1.27 cm) sobre 100 pulgadas (254 cm).

GRADOS DE GRAFITO

El grafito proporciona características operativas únicas. La resistencia de este material aumenta a medida que se eleva la temperatura. Los productos tratados cuentan con una resistencia extraordinaria a la oxidación y son prácticamente inmunes al choque térmico. La estabilidad térmica y dimensional permanece constante a temperaturas de hasta 2600°C (4712°F). Su resistencia a la erosión lo convierte en un producto excelente y resistente a la fatiga; no se producen cambios en las propiedades con el paso del tiempo ni con el funcionamiento cíclico.

Grafito utilizado en metal fundido

Al utilizarse a las elevadas temperaturas de un baño de metal fundido (si no se encuentra en una atmósfera inerte), el grafito suele oxidarse y deteriorarse ante la presencia de oxígeno. Esta erosión es mayor en la línea de metal fundido en la que el material de grafito caliente reacciona con el oxígeno del aire. El deterioro debido a la oxidación se puede reducir con un material SST o ZX, y/o protegiendo el grafito con varios revestimientos o con camisa cerámica.

**Grafito utilizado en mercados especializados**

Los grados de la serie G de grafito son materiales especiales, purificados y mejorados para reducir la permeabilidad y aumentar la densidad. Son materiales de grano fino no tratados contra el óxido que tienen un nivel de ceniza inferior a 50 ppm. Los materiales de la serie G también tienen una estructura uniforme, sin imperfecciones ni laminaciones. Los materiales de la serie G más densos se han desarrollado para aplicaciones aeroespaciales y de otros tipos especiales.

**Grados de material estándar y de alta calidad**

- **PT-04:** grafito estándar sin tratar. Material sin purificar de alta resistencia, grano mediano y precio reducido.
- **SST:** grafito resistente al óxido protegido por el proceso de tratamiento de resistencia a la oxidación de Metaullics. El grafito estándar con mejor resistencia a la oxidación de la industria, comprobado por nuestras pruebas.
- **ZX:** grafito de alta calidad resistente al óxido protegido por el proceso de tratamiento de resistencia a la oxidación de Metaullics. El grafito ZX tiene casi el doble de resistencia a la oxidación que el SST.

**Grados de material estándar y de alta calidad**

- **GSXP:** grafito purificado básico con densidad, resistencia y resistividad típicas del grafito impregnado de único paso.
- **G-grade:** grafito purificado de estructura de grano fino, alta resistencia y alta densidad con una excelente resistencia a la erosión.
- **G-83 y G-90:** grafito purificado de alto rendimiento y permeabilidad reducida con estructura uniforme desarrollado para aplicaciones aeroespaciales y de otros tipos especiales.

Especificaciones de varios grados de grafito								
Característica	PT-04 no tratado contra óxido	SST tratado contra óxido	ZX tratado contra óxido	GSXP purificado	G-83 purificado, densidad mejorada	G-grade purificado, densidad mejorada *		G-90 purificado, densidad mejorada
						a temp. ambiente	a 2315°C (4199°F)	
Densidad típica—g/cm <sup>3</sup> (oz/in <sup>3</sup> )	1.68 (0.97)	1.75 (1.01)	1.79 (1.03)	1.65–1.72 (0.95–0.99)	1.83 (1.06)	1.87 (1.08)	1.86 (1.07)	1.90 (1.10)
Pérd. peso por oxid.—24 h a 1400°F en 3000 cm <sup>3</sup> / min de flujo de aire	45%	7%	3%	70%				
Resistencia a la flexión—psi (MPa)		3700 (25.51)	3700 (25.51)	3500 (24.13)		5000 (34.47)	9000 (62.05)	
Resistencia a la compresión—psi (MPa)						10300 (71.02)	18600 (128.24)	
Módulo de elasticidad—K10 <sup>-5</sup> psi (MPa)						14 (0.10)	27 (0.19)	
Dilatación térmica—pulg./pulg./°F x 10 <sup>-7</sup> (pulg./pulg./°C x 10 <sup>-7</sup> )						6 (10.80)	18 (32.4)	
Resistividad eléctrica—ohm -pulg. x 10 <sup>-5</sup> (ohm-cm x 10 <sup>-5</sup> )				36 (91.43)	31 (78.74)	29 (73.66)	33 (82.82)	29 (73.66)
Conductividad térmica—BTU-ft/ft <sup>2</sup> /hr°F [W/(m·K)]						101 (175)	89 (154)	
Contenido de ceniza—(%)						0.005	0.005	

\* A diferencia de los metales, la resistencia del grafito aumenta al elevar la temperatura. Por lo tanto, como guía de la resistencia a altas temperaturas, se comparan los datos del grafito de G-grade a temperatura ambiente y a 2315°C (4199°F).

Nota: las propiedades químicas y físicas indicadas representan valores medios típicos, obtenidos de acuerdo según los métodos de prueba aceptados, y están sujetos a las variaciones de fabricación normales. Esta información se proporciona como servicio técnico y está sujeta a cambios sin previo aviso.

Tipo de producto: 119, 129, 140, 150, 151, 155, 161, 164, 550

Código de mercancía: 14002, 14003, 14004, 14008, 14011, 14013, 16023, 16026, 26115, 26116, 26801, 27409

Información del contacto: [www.pyrotek.info/locations](http://www.pyrotek.info/locations)