

# Pulvimetalurgia



# Producción y caracterización de polvos

*Se define como el arte de elaborar productos comerciales a partir de polvos metálicos.*

En este proceso no siempre se utiliza el calor, pero cuando se utiliza este debe mantenerse debajo de la temperatura de fusión de los metales a trabajar. Cuando se aplica calor en el proceso subsecuente de la metalurgia de los polvos se le conoce como sinterizado, este proceso genera la unión de partículas finas con lo que se mejora la resistencia de los productos y otras de sus propiedades. Las piezas metálicas producto de los procesos de la metalurgia de los polvos son producto de la mezcla de diversos polvos de metales que se complementan en sus características. Así se pueden obtener metales con cobalto, tungsteno o grafito según para qué va a ser utilizado el material que se fabrica.

El metal en forma de polvo es más caro que en forma sólida y el proceso es sólo recomendable para la producción en masa de los productos, en general el costo de producción de piezas producto de polvo metálico es más alto que el de la fundición, sin embargo es justificable y rentable por las propiedades excepcionales que se obtienen con este procedimiento. Existen productos que no pueden ser fabricados y otros no compiten por las tolerancias que se logran con este método de fabricación.

# Producción:

El proceso de manera general consiste en:

- Producción de polvo de los metales que serán utilizados en la pieza
- Mezclado de los metales participantes
- Conformado de las piezas por medio de prensas
- Sinterizado de las piezas
- Tratamientos térmicos

# Diagrama para la producción de piezas por medio de polvos

Metales

Maquinado Molido Perdigonado Pulverizado Granulado Electrodepósito

Polvo

Mezclado

Prensado Centrifugado Vaciado Extrusión Explosivos

Sinterizado

Piezas terminadas

# Producción y caracterización de polvos

El tamaño, forma y distribución de los polvos afectan las características de las piezas a producir, por lo que se debe tener especial cuidado en la forma en la que se producen los polvos. Las principales características de los polvos a considerar son:

- Forma
- Finura
- Distribución
- Capacidad para fluir
- Propiedades químicas
- Compresibilidad
- Densidad
- Propiedades de sinterización

- **Forma**

La forma del polvo depende de la manera en la que se produjo el polvo, esta puede ser esférica, quebrada, dendrítica. plana o angular.

- **Finura**

La finura se refiere al tamaño de la partícula, se mide por medio de mallas normalizadas, las que consisten en cribas normalizadas, las que se encuentran entre las 36 y 850 micras.

- **Distribución de los tamaños de partículas**

Se refiere a las cantidades de los tamaños de las partículas que participan en la composición de una pieza de polvo, esta distribución de tamaños tiene gran influencia en la fluidez y densidad de las partículas y en la porosidad final del producto.

- **Fluidez**

Es la propiedad que le permite fluir fácilmente de una parte a otra o a la cavidad del molde. Se mide por una tasa de flujo a través de un orificio normalizado.

- **Propiedades químicas**

Son características de reacción ante diferentes elementos. También se relacionan con la pureza del polvo utilizado.

- **Compresibilidad**

Es la relación que existe entre el volumen inicial del polvo utilizado y el volumen final de la pieza comprimida. Esta propiedad varía considerablemente en función del tamaño de las partículas de polvo y afecta directamente a resistencia de las piezas.

- **Densidad aparente**

Se expresa en kilogramos por metro cúbico. Esta debe ser constante siempre, para que la pieza tenga en todas sus partes la misma cantidad de polvo.

- **Facilidad de sinterización**

La sinterización es la unión de las partículas por medio del calor. Dependerá del tipo de polvo que se esté utilizando, por lo que existen tantas temperaturas de sinterización como materiales utilizados.

# Métodos para producir polvos

Todos los metales pueden producirse en forma de polvo, sin embargo no todos cumplen con las características necesarias para poder conformar una pieza. Los dos metales más utilizados para la producción de polvo para la fabricación de piezas son el cobre y el hierro. Como variaciones del cobre se utilizan el bronce para los cojinetes porosos y el latón para pequeñas piezas de máquinas. También se llegan a utilizar otros polvos de níquel, plata, tungsteno y aluminio.

Existen diferentes formas de producir polvos metalúrgicos dependiendo de las características físicas y químicas de los metales utilizados:

Con maquinado se producen partículas gruesas y se usan principalmente para producir polvos de magnesio.

En el proceso de molido se tritura el material con molinos rotatorios de rodillos y por estampado rompiendo los metales, por este método los materiales frágiles pueden reducirse a partículas irregulares de cualquier finura.

El proceso de perdigonado consiste en vaciar metal fundido en un tamiz y enfriarlo dejándolo caer en agua. En este proceso se obtienen partículas esféricas o con forma de pera. La mayoría de los metales pueden perdigonarse, pero el tamaño de las partículas es demasiado grande.

La pulverización consiste en la aspersion del metal y su enfriamiento en aire o en agua. Es un excelente método para la producción de polvo de casi todos los metales de bajo punto de fusión como el plomo, aluminio, zinc y estaño.

Algunos metales pueden convertirse en polvo con una agitación rápida del metal mientras se está enfriando. Este proceso se le conoce como granulación.

Otro procedimiento para la producción de polvo de hierro, plata y algunos otros metales es el de depósito electrolítico. Consiste en la inmersión del metal a pulverizar, como ánodos, en tinajas con un electrolito, los tanques actúan como cátodos, el hierro o metal a pulverizar se mueve de los ánodos hacia los cátodos depositándose como un polvo fino que puede posteriormente utilizarse con facilidad.

# Polvos especiales

Polvos prealeados: Cuando se logra la producción de un polvo de un metal previamente aleado con otro se mejoran considerablemente las propiedades de las piezas, en comparación con las que tendrían con los metales puros. Una de las ventajas de este tipo de polvos es que requieren menores temperaturas para su producción y que proporcionan la suma de las propiedades de los dos metales unidos similares a las que se obtendrían con la fundición.

Polvos recubiertos. Los polvos pueden ser recubiertos con determinados elementos cuando pasan por medio de un gas portador. Cada partícula es uniformemente revestida, cuando se sinteriza adquiere las propiedades del recubrimiento. Esto permite el uso de polvos más baratos.



# Conformación

Consiste en la acción de comprimir al polvo que fluyó a un recipiente con la forma deseada de la pieza a producir. Existen varios métodos de conformación, a continuación se presentan algunos de ellos:

- **Prensado.** Los polvos se prensan en moldes de acero con la forma requerida, la presión varía entre 20 y 1400 Mpa. Los polvos plásticos no requieren de altas presiones, como los que son más duros. La mayoría de las prensas que fueron diseñadas para otros fines pueden ser utilizadas para la producción de piezas de polvo. Pueden utilizarse prensas hidráulicas sin embargo es más común que se usen las mecánicas debido a su alta capacidad de producción.
- **Compactación centrífuga.** Los moldes se llenan con polvos metálicos pesados y luego se centrifugan para obtener presiones de hasta 3 Mpa. Con lo anterior se obtienen densidades uniformes producto de la fuerza centrífuga en cada partícula de polvo. Posteriormente se extraen las piezas de los moldes y se sinterizan con lo que adquieren su dureza final.
- **Conformación por vaciado.** Las piezas para tungsteno, molibdeno y otros polvos se hacen algunas veces por compactación por vaciado. Este procedimiento consiste en hacer una lechada con el polvo del metal que se va a utilizar, esta se vacía en un molde de yeso. Como el molde de yeso es un material poroso drena gradualmente dejando una capa sólida del material metálico. Después de transcurrido el tiempo suficiente para tener una capa lo suficiente gruesa, se sinterizan las piezas de manera normal. Para objetos huecos es muy útil este procedimiento.

# Extrusión

Para la fabricación de piezas largas producidas a partir de polvos metálicos, deben producirse a través del proceso de extrusión. Los métodos a utilizar para este proceso dependen de las características del polvo; algunos se extruyen en frío con un aglutinante y otros se calientan hasta la temperatura de extrusión. Generalmente el polvo se comprime en forma de lingote y posteriormente se calientan y sinterizan antes de pasarlos a la prensa para la extrusión.

# Sinterizado

Es el proceso por medio del cual con el aumento de la temperatura, las partículas de los cuerpos sólidos se unen por fuerzas atómicas. Con la aplicación de calor, las partículas se prensan hasta su más mínimo contacto y la efectividad de las reacciones a la tensión superficial se incrementan. Durante el proceso la plasticidad de los granos se incrementa y se produce un mejor entrelazamiento mecánico por la formación de un lecho fluido. Cualquier gas presente que interfiera con la unión es expulsado. Las temperaturas para el sinterizado son menores a la temperatura de fusión del polvo principal en la mezcla utilizada.

Existe una amplia gama de temperaturas de sinterizado, sin embargo las siguientes han demostrado ser satisfactorias.

- Hierro 1095 °C
  - Acero inoxidable 1180 °C
  - Cobre 870 °C
  - Carburo de tungsteno 1480 °C
- 
- El tiempo de sinterizado varia entre los 20 y 40 minutos.

# Ventajas y limitaciones

## **Ventajas del proceso de producción por la metalurgia de los polvos :**

- La producción de carburos sinterizados, cojinetes porosos y bimetálicos de capas moldeadas, sólo se puede producir por medio de este proceso.
- Porosidad controlada
- Tolerancias reducidas y acabado superficial de alta calidad
- Por la calidad y pureza de los polvos producidos, se pueden obtener también piezas de alta pureza.
- No hay pérdidas de material
- No se requieren operarios con alta capacitación

# Ventajas y limitaciones

## **Limitaciones del proceso de producción por la metalurgia de los polvos :**

- Los polvos son caros y difíciles de almacenar
- El costo del equipo para la producción de los polvos es alto.
- Es difícil hacer productos con diseños complicados.
- Existen algunas dificultades térmicas en el proceso de sinterizado, especialmente con los materiales de bajo punto de fusión.
- Algunos polvos de granos finos presentan riesgo de explosión, como aluminio, magnesio, zirconio y titanio.
- Es difícil fabricar productos uniformes de alta densidad.

# Algunos productos fabricados por este procedimiento

Filtros metálicos

Carburos cementados

Engranajes y rotores para bombas

Escobillas para motores

Cojinetes porosos

Magnetos

Contactos eléctricos.

