

Uso de la densidad sólida para evaluar la pureza del polvo metálico y la porosidad abierta de las extrusiones de metales

Relevante para: metales, porosidad, picnometría, densidad roscada

En la tecnología moderna, los polvos metálicos se utilizan en muchas industrias diferentes y para una amplia gama de aplicaciones, como fabricación aditiva, fundición, aditivos en pinturas y tintas, pulvimetalurgia, moldeo por inyección de metal y fabricación de herramientas. La pureza de los polvos metálicos y la porosidad abierta de las extrusiones de metales sólidos son características importantes del material que se pueden evaluar a partir de mediciones de densidad sólida y son vitales para caracterizar las propiedades físicas. La densidad de empaquetamiento a través del Autotap y la densidad esquelética a través del Ultrapyc 5000 proporcionan mediciones de volumen extremadamente precisas. Estas mediciones se pueden correlacionar con la pureza y porosidad, que afectan al proceso de producción, así como a la calidad del producto final.



1 Introducción

La densidad sólida es una propiedad importante de los compuestos metálicos que se utiliza para controlar la calidad del material, desde los polvos metálicos en bruto hasta las piezas metálicas formadas. Las mediciones de densidad aprovechada proporcionan volumen a granel, morfología de partículas e información sobre el flujo de polvo. La picnometría de gas se utiliza para garantizar la pureza adecuada de las materias primas en polvo y la porosidad de las piezas formadas durante todo el proceso de fabricación.

Los metales porosos tienen muchos usos, desde la ingeniería catalítica hasta el blindaje electromagnético. Conocer la porosidad abierta de un metal es fundamental para comprender muchas propiedades diferentes, como la resistencia, la conductividad, la tolerancia a la temperatura y la procesabilidad [1]. Por ejemplo, en metales de la misma composición, las extrusiones más porosas pueden absorber más energía que aquellas con menos porosidad. Algo de porosidad también es importante para prevenir la fractura durante la compresión.

Tanto para la información de pureza del polvo como para la porosidad del metal, la medición de la densidad esquelética mediante picnometría de gas es una excelente opción para evaluar estas importantes propiedades del metal.

2 Pureza del polvo

El Ultrapyc 5000 se utilizó para medir la densidad esquelética de tres polvos de aleación metálica de titanio (Ti) y aluminio (Al) siguiendo la norma ASTM B923. Las desviaciones de la densidad teórica de Ti-6Al-4V (4,43 g/cm³) o Al-Si (2,7 g/cm³) pueden indicar que hay diferentes impurezas presentes en la muestra. Debido a que estas muestras son polvos finos, se seleccionó el modo Ultrapyc 5000 Micro PowderProtect para expandir el gas de la cámara de referencia a la cámara de muestra para evitar la elutriación del polvo. Esto permite utilizar altas presiones objetivo para obtener los datos más precisos posibles. Debido a las limitaciones de la cantidad de muestra, se utilizó la célula de muestra meso del Ultrapyc 5000 Micro. Los parámetros de medición de la muestra se dan en la Tabla 1 y las mediciones de densidad esquelética resultantes se muestran en la Tabla 2. Se observó buena repetibilidad.

Tabla 1: Parámetros de medición micro Ultrapyc 5000

Parameter	Setting
Cell size	Meso
Gas type	Helium
Target pressure	10 psig
Flow direction mode	Reference first
Equilibration	Pressure
Preparation mode	Flow, 1 minute
Maximum runs	15
Runs to average	3

Tabla 2: Mediciones de densidad de polvo metálico

Sample	Density (g/cm ³)				Repeatability (%)
	Run 1	Run 2	Run 3	Average	
1 – Ti	4.4474	4.4441	4.4475	4.4463	0.04
2 – Ti	4.6366	4.6300	4.6299	4.6321	0.07
3– Al	2.7195	2.7195	2.7168	2.7186	0.05

Se encontró que la muestra 1 era 99.6% pura Ti-6Al-4V, mientras que la muestra 2 era solo 95.4% pura. La aleación Al, muestra 3, fue 99,3% pura en comparación con la densidad teórica.

3 Porosidad abierta de extrusiones metálicas

Los cálculos del porcentaje de porosidad abierta a partir de mediciones de densidad esquelética pueden ayudar a determinar las propiedades de resistencia. Para calcular el porcentaje de porosidad abierta, también se necesita la densidad geométrica. En este caso, la densidad geométrica se obtuvo mediante la técnica de picnometría de polvo seco [2].

Se midieron cinco extrusiones de aleaciones de titanio con vanadio en el Ultrapyc 5000. El Ultrapyc 5000 tenía temperatura controlada a 25 °C. Los parámetros de medición se muestran en la Tabla 3 y las mediciones de densidad esquelética resultantes se muestran en la Tabla 4. Se observó una excelente repetibilidad entre carreras. Junto con el volumen a granel obtenido de la picnometría de polvo seco, la porosidad abierta de las extrusiones se calculó utilizando la ecuación a continuación para ser de 0 a 8,8%, como se muestra en la Tabla 4.

$$\% \text{ porosity} = \frac{V_B - V_S}{V_B} * 100$$

donde V_B es el volumen a granel o geométrico obtenido de la picnometría de polvo seco y V_S es el volumen esquelético, obtenido a partir del Ultrapyc 5000.

Tabla 3: Parámetros de medición de Ultrapyc 5000

Parameter	Setting
Cell size	Medium
Gas type	Helium
Target pressure	18 psig
Flow direction mode	Sample first
Equilibration	Pressure
Preparation mode	Flow, 1 minute
Maximum runs	15
Runs to average	3

Tabla 4: Mediciones de densidad de extrusión

Sample	Density (g/cm ³)				Repeatability (%)	Open Porosity (%)
	Run 1	Run 2	Run 3	Average		
1	4.4971	4.4981	4.4957	4.4970	0.02	0
2	4.4211	4.4241	4.4240	4.4231	0.03	7.1
3	4.4200	4.4179	4.4196	4.4192	0.02	3.2
4	4.3317	4.3293	4.3287	4.3299	0.03	0
5	4.4206	4.4138	4.4177	4.4173	0.06	8.8

4 Conclusiones

El Ultrapyc 5000 es ideal para medir la densidad esquelética de polvos y piezas metálicas. Las mediciones altamente precisas y repetibles aseguran que las densidades esqueléticas se puedan medir fácilmente y con confianza y se correlacionen con las propiedades de pureza y porosidad.

Las mediciones precisas de la densidad esquelética permiten a los investigadores evaluar rápidamente estas propiedades del metal para detectar nuevos materiales y garantizar que haya un nivel aceptable de pureza o porosidad en los productos finales.



5 Referencias

1. Materiales porosos, 2014 (libro) <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124077881000034>
2. Informe de aplicación de Anton Paar I17IA001ES-A: Medición de la densidad geométrica sin mercurio

Analytical Technologies S.A.

Argentina: Tel. +54 11 4509 9000 info@analytical.com
Uruguay: Tel. +598 2904 0176 uruguay@analytical.com

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO DE ANTON PAAR EN ARGENTINA, BOLIVIA, PARAGUAY y URUGUAY
www.analytical.com