CAPÍTULO 2 MATERIALES

2.1 INTRODUCCIÓN

Los materiales estudiados son:

- Aluminio \rightarrow Ecka AS-61
- Hierro → Höganäs NC 100.24
- Hierro \rightarrow QMP WPL 200
- Níquel \rightarrow Inco type 255
- Níquel \rightarrow Novament 4SP 400
- Bronce \rightarrow Ecka 89/11 AK

2.2 ALUMINIO

Se ha empleado aluminio en estado de recepción, se trata de un aluminio de pureza superior al 99,7 % suministrado por la empresa Eckart-Werke (la principal impureza que muestra es de hierro).Cumple la especificación DIN 1712/1 sobre aluminio de pureza comercial y se denomina Ecka Aluminium AS-61.

2.2.1 Granulometría

En la figura 2.1 se muestran los valores obtenidos del estudio granulométrico del polvo. Prácticamente la totalidad de las partículas, aprox. el 96 %, tienen un tamaño menor de 125 μ m, lo cual coincide con la especificación del fabricante. El rango de tamaños de partícula se encuentra entre aprox. 10 μ m y las 200 μ m, resultando un tamaño medio de partícula de 71,232 μ m.



Figura 2.1: Granulometría del aluminio AS-61.

2.2.2 Morfología y microestructura

La morfología se obtiene con el microscopio SEM, en la figura 2.2 se observan partículas de tamaños no uniformes y de morfología irregulares.

En la figura 2.3 obtenida en el microscopio óptico, se observa una microestructura granular dendrítica.

47



Figura 2.2: Micrografía SEM-SE de polvo de aluminio Ecka AS-61



Figura 2.3: Microestructura del polvo de aluminio AS-61

2.2.3 Curva de compresibilidad

En la figura 2.4 se muestra la curva de compresibilidad del aluminio obtenida experimentalmente. Como se puede observar hay dos zonas bien diferenciadas:

Un primer tramo comprendido entre el 52-10 % de porosidad ($\Theta = 1$ -D), donde la curva es prácticamente una recta con una pendiente pronunciada. Esta forma de la curva hace que para una pequeña desviación de la carga de compactación a la hora de fabricar los compactos ocasione grandes errores en la porosidad deseada para el compacto.

Un segundo tramo desde aprox. 10-2 % donde el comportamiento del material cambia a una curva con pendiente muy suave.



Figura 2.4: Curva de compresibilidad del aluminio AS-61

La obtención de la curva experimental es necesaria para poder calcular la presión de compactación para fabricar los compactos de diferentes porosidades.

De la curva de compresibilidad se puede extraer una valor aproximado de la porosidad de golpeo, se trata de la porosidad que presenta el polvo de aluminio sin aplicar ninguna carga (corte de la curva con el eje y). Pero la forma correcta de calcular la porosidad de golpeo es realizando un ensayo en el laboratorio aplicando la Norma ASTM (el ensayo se explicará en el capitulo de procedimiento experimental).

2.3 BRONCE

Se ha empleado bronce en estado de recepción suministrado por la empresa Eckart-Werke. Cumple las especificaciones de un bronce comercial y se denomina Ecka spherical Bronze 89/11 AK.

2.3.1 Granulometría

En la figura 2.5 se puede observar el análisis granulométrico realizado al polvo de bronce.



Figura 2.5: Gráfica y tabla con la granulometría del bronce 89/11.

Del análisis se extrae que prácticamente la totalidad de las partículas, el 98,44 %, tienen un tamaño menor de 80 µm. El rango

de tamaños de partícula se encuentra aprox. entre 40μ m y 90μ m, y su tamaño medio de partícula es de 56,659 μ m.

2.3.2 Morfología y microestructura

Las figuras 2.6 y 2.7 obtenidas en el microscopio SEM y óptico respectivamente, muestran partículas regulares con forma esférica. La forma esférica hace que los compactos porosos tengan una baja resistencia en verde.



Figura 2.6: Micrografía SEM-SE de polvo de bronce 89/11



Figura 2.7: Microestructura de polvo de bronce 89/11

2.3.3 Curva de compresibilidad

En la figura 2.8 se muestra la curva de compresibilidad del bronce obtenida experimentalmente.



Figura 2.8: Curva de compresibilidad del bronce 89/11

En el caso de este material la curva no presenta los cambios de pendiente tan bruscos como ocurre en el caso del aluminio, evitando los problemas comentados en el apartado 2.1.3.

2.4 HIERRO Nc 100.24

Se ha empleado hierro en estado de recepción suministrado por la empresa Hönganäs. Su denominación comercial es hierro höganäs NC 100.24.

2.4.1 Granulometría

En la figura 2.9 se muestran los valores obtenidos del estudio granulométrico del polvo.



Aprox. el 96,3 % esta comprendido entre 10 μ m y 275 μ m y el tamaño medio de partícula es de 111,200 μ m.

2.4.2 Morfología y microestructura

Las figuras 2.10 y 2.11 obtenidas en el microscopio SEM y óptico respectivamente, muestran partículas de morfología esponjosa y superficies abruptas. Las características de este polvo hacen que los compactos porosos que tengan una buena resistencia en verde.

53



Figura 2.10: Micrografía SEM-SE de polvo de hierro NC 100.24



Figura 2.11: Microestructura de polvo de hierro NC 100.24

2.4.3 Curva de compresibilidad

En la figura 2.12 se muestra la curva de compresibilidad del hierro NC 100.24 obtenida experimentalmente.



Figura 2.12: Curva de compresibilidad del hierro NC 100.24

2.5 HIERRO WPL 200

Se ha empleado hierro en estado de recepción suministrado por la empresa alemana QMP Metal Powders GMBH. Se denomina comercialmente Hierro QMP WPL 200. Las diferencias con el otro tipo de polvo de hierro empleado se pueden observar a continuación.

2.5.1 Granulometría

En la figura 2.13 se muestran los valores obtenidos del estudio granulométrico del polvo.



Figura 2.13: Gráfica y tabla con la granulometría del hierro WPL 200

En los resultados que se desprenden del análisis granulométrico puede observarse que en la muestra, encontraremos partículas desde 6 µm a 300 µm. El tamaño medio de partícula para el Hierro WPL 200 es de 78,420 µm, tamaño medio inferior al del hierro NC 100.24.

2.5.2 Morfología y microestructura

Las figuras 2.14 y 2.15 obtenidas en el microscopio SEM y óptico respectivamente, muestran partículas de morfología esponjosa y superficies abruptas. Estas características hacen que los compactos porosos presenten una buena resistencia en verde.



Figura 2.14: Micrografía SEM-SE de polvo de hierro WPL 200



Figura 2.15: Microestructura de polvo de hierro WPL 200

2.5.3 Curva de compresibilidad

En la figura 2.16 se muestra la curva de compresibilidad del hierro WPL 200 obtenida experimentalmente.



Figura 2.16: Curva de compresibilidad del hierro WPL 200

El hierro WPL 200 presenta una curva de compresibilidad similar a la del hierro NC 100.24. El Hierro WPL 200 posee una porosidad de golpeo ligeramente inferior a la del hierro NC 100.24.

2.6 NÍQUEL INCO TYPE 255

El polvo de níquel empleado fue suministrado por la empresa INCO. Su denominación comercial es Nickel Inco Type 255, Filamentary Nickel Powder.

2.6.1 Granulometría

En la figura 2.17 se muestran los valores obtenidos del estudio granulométrico del polvo.



Figura 2.17: Gráfica y tabla con la granulometría del Níquel 255.

La gran mayoría de las partículas, alrededor del 99%, presentan un tamaño inferior a 80 µm. El rango de tamaños de partícula está comprendido entre 1 µm y 90 µm y su tamaño medio de partícula es algo inferior a 26,450 µm.

2.6.2 Morfología y microestructura

Las figuras 2.18 y 2.19 obtenidas en el microscopio SEM y óptico respectivamente, muestran partículas de morfología filamentosa con superficies muy irregulares.



Figura 2.18 Micrografía SEM-SE de polvo de níquel type 255



Figura 2.19 Microestructura de polvo de níquel type 255

2.6.3 Curva de compresibilidad

En las figura 2.20 se muestra la curva de compresibilidad de este polvo.



Figura 2.20: Curva de compresibilidad del níquel type 255

En el caso de este material la curva hay un cambio pronunciado de pendiente para en torno al 35 % de porosidad.

2.7 NÍQUEL 4 SP 400

El Níquel 4 SP 400 es un polvo de níquel fabricado por la empresa Novament, de referencia 4 SP 400.

2.7.1 Granulometría

El análisis granulométrico del Níquel 4 SP 400 se ha recogido en la figura 2.21.



Figura 2.21: Gráfica y tabla con la granulometría del níquel 4 SP 400.

El tamaño medio de partícula es de 13,242 μ m, estando los tamaños comprendidos casi en su totalidad entre 3 y 80 μ m. Se observa en la gráfica que existen partículas de tamaños de milímetros pero esto se debe interpretar como aglomerados que el equipo empleado ha tomado como partículas individuales.

2.7.2 Morfología y microestructura

Las figuras 2.22 y 2.23 obtenidas en el microscopio SEM y óptico respectivamente, muestran partículas de morfología esférica con superficies poco suavizadas e irregulares.



Figura 2.22 Micrografía SEM-SE de polvo de níquel 4 SP 400



Figura 2.23 Microestructura de polvo de níquel 4 SP 400

2.7.3 Curva de compresibilidad

En las figura 2.24 se muestra la curva de compresibilidad de este polvo.



Figura 2.24: Curva de compresibilidad del níquel 4 SP 400

La curva de compresibilidad de los dos tipos de níquel estudiados presentan un comportamiento muy diferente. De la gráfica se puede deducir que la porosidad de golpeo del níquel 4 SP 400 es bastante más pequeña que la del níquel type 255.

Materiales