

6 CONCLUSIONES

6.1 DISOLUCIÓN DE Al_3Ni EN LA MATRIZ DE Al

La mejora de las propiedades mecánicas de la aleación de aluminio con 10 % de níquel se basa en la formación de compuestos intermetálicos de aluminio y níquel y la formación de éstos está fuertemente condicionada por la cantidad de Al_3Ni que pueda disolverse en la matriz de aluminio.

Sin embargo, las expectativas de disolución no se han alcanzado. Se ha comprobado que para tiempos de sinterización mayores a 3h, la estabilización del material es total. Los resultados obtenidos en el laboratorio, en cuanto a cantidad de intermetálico Al_3Ni , coinciden con los datos teóricos que muestra el diagrama de fases Al-Ni. Éste hecho quedó refrendado realizando sinterizaciones de hasta 10 horas y comprobando que no disminuía la cantidad del compuesto intermetálico presente en la microestructura de las probetas hipertempladas.

6.2 POLVO DE Al Y Ni ALEADO MECÁNICAMENTE

Los compactos realizados con este tipo de polvo son los que obtienen mejores propiedades mecánicas, en cuanto a dureza y resistencia en el ensayo de tracción uniaxial a temperatura ambiente. Sin embargo, cuando las propiedades mecánicas mejoran, el control dimensional empeora debido a la mayor proporción de sinterización en fase líquida.

En cuanto a dureza, los sinterizados que mejor se comportan son los que permanecen más tiempo en la zona de sinterización en fase líquida, sinterización a $650^{\circ}C$ durante 1h, ya que la sinterización en fase líquida es más efectiva que la sinterización en fase sólida. Además no se aprecian diferencias significativas al aumentar la presión de compactación debido a una curva de compresibilidad muy plana.

También se observa que este material presenta gran sensibilidad a la variación de la temperatura intermedia en las sinterizaciones multietapa.

En cuanto a los resultados del ensayo de tracción uniaxial a temperatura ambiente, los mejores resultados se alcanzan con los especímenes sinterizados a 650°C durante 1h junto con las probetas sinterizadas en dos etapas en las que la permanencia en la etapa de sinterización en fase líquida es mayor, es decir, para el sinterizado M 650-0.2-5. Para estos casos se obtienen resistencias a tracción en torno a 260 MPa. No obstante, estos valores son ligeramente inferiores a los obtenidos por Al AM sin adición de Ni.

En términos globales, a pesar de ser este tipo de polvo el que obtiene mejores resultados, los valores de porosidad finales son muy elevados como consecuencia de la extrema dureza de los polvos en verde, consecuencia del proceso de soldadura-fractura del proceso de molienda.

La porosidad final condiciona los valores del ensayo de tracción al actuar los poros como concentradores de tensión y al reducir el área efectiva de trabajo de las probetas.

6.3 POLVO DE Al ALEADO MECÁNICAMENTE CON ADICIÓN DE Ni

Las propiedades de los compactos realizados con polvo de aluminio aleado mecánicamente y posteriormente mezclado con níquel, 10 % Ni, son peores que en el caso de polvo de aluminio y níquel aleado mecánicamente.

A pesar de tratarse de un polvo más blando, la curva de compresibilidad es muy plana y no se consigue partir de valores elevados de densidad en verde que mejoren el proceso de sinterización.

El control dimensional es mejor que con el polvo de aluminio y níquel aleado mecánicamente pero, empeora el aspecto superficial.

En el caso de níquel añadido con posterioridad al proceso de molienda, las partículas son mayores. Éste hecho afecta tanto visualmente como mecánicamente, pues, la difusión aluminio-níquel empeora ya que los elementos deben difundirse mayor distancia en el caso mezclado (en el caso Al 10Ni AM dentro de cada partícula aparecen regiones de Al y Ni y, por tanto, la distancia que deben difundirse los elementos es menor).

Cuando se realiza el recocido del polvo de aluminio, previo a la mezcla con níquel, se ablanda más el material en verde pero, al igual que en los casos anteriores la curva de compresibilidad es muy plana.

Las propiedades mecánicas obtenidas con el polvo de aluminio recocido y después mezclado son las menores de todas las analizadas, debido al mayor ablandamiento del material de partida y a la deficiente sinterización que se produce

debido a la alta porosidad y a las dificultades del proceso de difusión en el polvo mezclado.

De todos los ensayos realizados, los que obtienen mejores propiedades globales son los que se sinterizan a 650°C durante 1h y compactados con una presión de 1000 MPa.

En definitiva, la utilización de un porcentaje de níquel del 10 % no es útil para conseguir un reforzamiento efectivo del aluminio en las experiencias realizadas. Las propiedades mecánicas no mejoran y el control dimensional es más complicado.

No obstante, a pesar de estas limitaciones, la morfología de la estructura es adecuada desde el punto de vista mecánico, pues se trata de granos de tamaño relativamente pequeño con partículas de intermetálico finamente distribuidas.

Para mejorar las propiedades se podría seguir el camino de realizar una extrusión en caliente con el que se atajarían los problemas que han surgido en este trabajo. Por un lado, se restablece el control dimensional, por otro lado se disminuye la porosidad debido a la unión de alto grado de deformación y temperatura que se dan en este proceso.