

## RESUMEN

Esta tesis tiene como principal objetivo mejorar y ampliar el conocimiento existente sobre las relaciones entre la estructura de las espumas de aluminio de poro cerrado obtenidas por fusión y las propiedades mecánicas bajo cargas de compresión uniaxial.

Las espumas de aluminio, como otros materiales celulares, presentan elevadas propiedades específicas de rigidez y resistencia mecánica, así como una elevada absorción de energía bajo cargas de compresión. Presentan mayor resistencia al fuego que las espumas poliméricas y un comportamiento más isótropo que las estructuras de tipo panel. Estas características justifican el reciente interés industrial y científico sobre tecnologías de obtención y sobre aplicaciones en sistemas de protección contra impacto en vehículos o en construcciones modulares ligeras. A pesar de sus ventajas potenciales, las espumas disponibles presentan todavía limitaciones frente a otros materiales celulares debido al alto coste de obtención, a la dificultad de obtener propiedades mecánicas más elevadas y reproducibles, y a las limitaciones del conocimiento existente sobre los mecanismos de estabilización y sobre el control de la estructura.

El trabajo experimental se ha llevado a cabo sobre espumas de aluminio obtenidas por fusión, estabilizadas mediante adición de calcio y espumadas internamente mediante  $TiH_2$ . Frente a otros trabajos, en esta Tesis el alcance de la caracterización estructural se ha extendido desde la microestructura a la macro-estructura global de la espuma, aportando una visión más completa de los fenómenos que controlan la estructura y las propiedades.

La estructura celular ha sido analizada mediante técnicas originales de análisis de imagen, determinando los parámetros significativos: espesores, distribución del material, tamaños de celda y orientaciones preferentes. El análisis macroestructural ha permitido determinar la existencia de un gradiente sistemático y reproducible de densidad en sentido vertical, asociado al incremento de los espesores de bordes que genera el drenaje gravitacional.

Se ha analizado y caracterizado la aleación Al-Ca-Ti que forma la espuma, identificando los intermetálicos que actúan como estabilizadores, y con carácter original, se han llevado a cabo ensayos de tracción del material sólido.

La resistencia y la absorción de energía se han evaluado mediante ensayos de compresión a temperatura ambiente y a alta temperatura. La anisotropía estructural y los gradientes de densidad han permitido cuantificar y justificar las desviaciones en los valores de resistencia observados para muestras de similar densidad, que en otros trabajos se atribuyen a efectos aleatorios. La existencia de gradientes de densidad en los paneles afecta además a la pendiente de la curva tensión-deformación en la zona plástica y a la eficiencia en la absorción de energía, generando un efecto de escala que resulta predecible y cuantificable.

Los valores de resistencia medidos experimentalmente se han contrastado frente a los modelos dimensionales clásicos propuestos por Gibson y Ashby, concluyendo que dichos modelos no predicen correctamente el comportamiento de las espumas de aluminio de poro cerrado. Como alternativa se proponen modelos optimizados que incorporan los efectos de la fracción de material en bordes sobre la densidad, y que permiten predecir correctamente tanto los niveles de resistencia como los efectos potenciales de la densidad relativa.

Con carácter original, para el análisis de las propiedades de absorción de energía se propone el uso de “diagramas de absorción de energía específica por unidad de tensión”, que permiten determinar el punto óptimo de utilización de las espumas de modo más rápido y eficiente que otros procedimientos ya disponibles.

Finalmente, se ha llevado a cabo mediante simulación MEF un análisis de los efectos que la dispersión de espesores de paredes y la anisotropía tienen sobre las tensiones de colapso.