

Resumen

Las estructuras celulares basadas en la superficie mínima triple periódica (TPMS), enrejado y de tipo periódico han llamado cada vez más la atención debido a sus topologías controladas matemáticamente y sus propiedades mecánicas prometedoras. Las estructuras sándwich con topologías de núcleo con arreglo cuadrado, Schwarz P y hexagonal tridimensional se diseñan a través del software "Space Claim" de ANSYS y se fabrican utilizando una técnica de impresión 3D denominada estereolitografía. Las propiedades de flexión como el desplazamiento y esfuerzos de estas estructuras sándwich se evalúan mediante una prueba de flexión de tres puntos. Se desarrolla un modelo tridimensional para analizar el comportamiento de las estructuras sándwich bajo carga de flexión. Se emplea la formulación teórica para comparar con los datos experimentales y la simulación computacional. Se logra un buen acuerdo entre los datos experimentales concomitantes, la formulación teórica y la simulación numérica. Además, se lleva a cabo un estudio paramétrico integral para comprender el efecto de las topologías del núcleo, la porosidad y los parámetros geométricos en las propiedades de flexión según la arquitectura del núcleo propuesto.

Tanto la porosidad del núcleo como los materiales de las capas externas de las vigas tipo sándwich de cada núcleo exhiben un efecto significativo en las propiedades de flexión. La estructura de viga sándwich con núcleo de tipo "Schwarz P" con la porosidad del 60% tiene un mejor comportamiento mecánico en comparación con otras topologías de núcleo para diseños de viga tipo sándwich analizadas en esta investigación. Pero el núcleo que mejor resistencia ha presentado es del tipo "Arreglo cuadrado", que es significativamente mayor a otras topologías de núcleos celulares estudiadas en este proyecto.

En general, este estudio indica que las estructuras sándwich con núcleos de arreglo periódico y TPMS podrían diseñarse para brindar propiedades de flexión, reducción de peso y capacidad de absorción de energía deseables, y los hallazgos de este estudio brindan información sobre diseños futuros de estructuras sándwich novedosas para diversas aplicaciones de ingeniería.

Palabras clave: Viga sándwich, Space Claim, estructuras celulares, flexión, estereolitografía

Abstract

Cellular structures based on the triply periodic minimal surface (TPMS), lattice and periodic type have attracted increasing attention due to their mathematically controlled topologies and promising mechanical properties. Sandwich structures with square-array, Schwarz P and three-dimensional hexagonal core topologies are designed through ANSYS "Space Claim" software and fabricated using a 3D printing technique called stereolithography. The bending properties such as displacement and stresses of these sandwich structures are evaluated using a three-point bending test. A three-dimensional model is developed to analyze the behavior of the sandwich structures under bending load. The theoretical formulation is used to compare experimental data with computational simulation. Good agreement is achieved between the concomitant experimental data, theoretical formulation and numerical simulation. In addition, a comprehensive parametric study is carried out to understand the effect of core topologies, porosity and geometrical parameters on the bending properties according to the proposed core architecture.

Both the core porosity and the outer layer materials of the sandwich beam outer layers of each core exhibit a significant effect on the flexural properties. The sandwich beam structure with "Schwarz P" type core with the porosity of 60% has better mechanical behavior compared to other core topologies for sandwich beam designs analyzed in this research. But the core that has presented the best strength is the "Square Array" type, which is significantly higher than other cellular core topologies studied in this project.

Overall, this study indicates that sandwich structures with periodic array and TPMS cores could be designed to provide desirable bending properties, weight reduction and energy absorption capacity, and the findings of this study provide insights into future designs of novel sandwich structures for various engineering applications.

Key words: sandwich beam, Space Claim, cell structures, flexion, stereolithography