

Resumo

As espumas de alumínio têm vindo a ser identificadas como uma nova classe de materiais que poderá ser usada em estruturas ultraleves. As suas potenciais aplicações situam-se na indústria de transportes, nomeadamente no sector automóvel, ferroviário e aeronáutico. Estes materiais exibem propriedades únicas que derivam da sua natureza metálica em combinação com a sua estrutura celular fechada. As principais propriedades, tais como a elevada capacidade de absorção de energia, a elevada relação entre a resistência mecânica e o peso, a baixa densidade e a elevada capacidade de amortecimento de ruído e vibrações poderão aumentar o seu campo de aplicação. Por exemplo, estes materiais poderão ser utilizados como barras protectoras frontais e laterais, reforço da carroçaria, tectos de abrir, capôts, etc. Contudo, é necessário melhorar os processos de fabrico destes materiais para serem aceites industrial e comercialmente.

As espumas de alumínio de porosidade fechada podem ser produzidas através da Pulverotecnologia, que consiste na compactação a quente de uma mistura de pós de metal e de agente expensor, num material semi-denso, designado por material precursor. O material precursor resultante foi expandido por aquecimento, a temperaturas acima da sua temperatura de fusão, num "expansómetro", que permite o controlo do volume e da temperatura durante o processo. A expansão (em volume) e a temperatura do material precursor foram monitorizadas, durante o processo de expansão, através de um sensor de laser e de um termopar, respectivamente.

O objecto deste trabalho foi discutir o fenómeno que ocorre durante a formação da espuma metálica, i.e., de que forma é que a espuma emerge do metal líquido, como é que esta varia com o tempo e quais os mecanismos que são responsáveis pela sua formação. Neste trabalho, a evolução do volume da espuma, da morfologia dos poros (forma e tamanho) e da microestrutura da espuma foram investigados. No entanto, apenas o volume foi registado em tempo real durante o processo, enquanto que a morfologia e a microestrutura são caracterizadas através de amostras que são obtidas em diferentes estágios de evolução de crescimento ou de colapso da espuma.

Com vista a atingir este fim, o trabalho orientou-se segundo os seguintes objectivos específicos: i) Avaliação do efeito dos diferentes parâmetros das etapas de fabrico na cinética do processo de expansão; ii) Desenvolvimento de um modelo matemático para simular a cinética do processo de expansão baseado no estudo experimental da cinética; iii) Avaliação da viabilidade de produção de componentes integrados de espumas de alumínio e de insertos através deste processo de fabrico.

Abstract

Aluminium alloys foams have been identified as a new class of material for lightweight design. Potential applications have been identified in transport industry, such as automotive, railway and aeronautics. They stem from the unique properties arising from the closed cellular structure and the metallic behaviour. The main properties such as high-energy absorption capacity, high stiffness to weight ratios, low density, good sound absorption, etc, will increase the application field of these materials. For example, these materials can be used in crash protectors, in front and side panels of cars, bumpers, bonnets, and so on. However, it is necessary to improve the manufacturing process of these materials for commercial acceptance and production.

Aluminium foams could be produced applying the powder compact method, i.e., by mixing powdered metals and a foaming agent and subsequently pressing the mixture to a foamable precursor material. The resulting foamable precursor was then foamed by heating it up to above its melting point inside an „expandometer”, which allowed for a control of volume and temperature throughout the entire process. The expansion (in volume) and the temperature of the foamable precursor material were monitored by means of a laser sensor and thermocouple, respectively, during the foaming process.

The scope of this work was to discuss the phenomena which occur during the foam formation metal, i.e. how the foam emerges from the liquid, how it changes with time and what mechanisms are responsible for its formation. In the work the evolution of foam volume, pore morphology (shape and size), and foam microstructure was investigated. Only the volume was measured in-situ, while pore morphologies and microstructures were characterised on samples which were quenched from different evolution stages of a growing or collapsing foam.

To reach this, the research work was planned following the specific objectives: i) Evaluation of the effect of different parameters of manufacturing process in kinetics of the foaming process; ii) Developing a mathematical model to simulate the kinetics of the foaming process based on experimental kinetic study; iii) Evaluation of the viability of production of integrated components of aluminium foams and fastening elements using this manufacturing process.