

Caracterização e Aplicação de Metais Celulares e Espumas Metálicas no Design Automotivo

Characterization and Application of Cellular Metals and Metallic Foams in the Automotive Design

Cardoso, Eduardo; Mestrando; Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
duda@bazarcasacheia.com.br

Oliveira, Branca Freitas, Doutora; Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
branca@ufrgs.br

Resumo

O desenvolvimento tecnológico, com novos materiais e processos fabris, juntamente com as crescentes demandas por novos materiais cada vez mais eficientes, têm gerado necessidades de conhecimentos interdisciplinares, bem como, de profissionais cada vez mais capacitados. Frente a tal situação, verificou-se uma oportunidade para o desenvolvimento deste trabalho, pois o estudo de espumas metálicas tornou-se atrativo para pesquisadores interessados em aplicações tanto científicas quanto industriais no setor automotivo e para tanto precisa-se pesquisar e compreender melhor seu processo de fabricação, caracterização e diferentes possibilidades de aplicação.

Palavras Chave: Espumas Metálicas, Aplicação, Design Automotivo.

Abstract

The technological development with advanced materials and processes, together with the growing demand for more efficient materials has created a need for interdisciplinary knowledge and more capacitated professionals. Considering that the study of the metallic foams has become very interesting for the automotive industry taking into account that many applications are envisaged for such materials, it is verified the opportunity for the development of the present work. In order to employ these materials as a main component in structures, it is necessary to have reliable knowledge about the properties, characterization, fabrication and application of the foam and the base material.

Key-words: *Metallic Foams, Application, Automotive Design.*

Anais do 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design

8 a 11 de outubro de 2008 São Paulo – SP Brasil ISBN 978-85-60186-03-7

©2008 Associação de Ensino e Pesquisa de Nível Superior de Design do Brasil (AEND|Brasil)

Reprodução permitida, para uso sem fins comerciais, desde que seja citada a fonte.

Este documento foi publicado exatamente como fornecido pelo(s) autor(es), o(s) qual(is) se responsabiliza(m) pela totalidade de seu conteúdo.

Introdução e Justificativa do Estudo

O termo Novos Materiais surgiu a partir dos anos 70 referindo-se aos materiais recém-descobertos ou desenvolvidos. Englobava também aqueles já conhecidos que evoluíram tecnologicamente na fabricação e no uso de suas funções. Entre eles as espumas metálicas.

Este projeto de pesquisa visa o estudo e caracterização das espumas metálicas e sua aplicação no chassi do veículo Sabiá [1] através de simulação computacional.

A ênfase do trabalho está dirigida estudo da aplicação de espuma metálica no Design Automotivo (chassi de veículo) com o propósito de estudar o comportamento mecânico e possíveis alternativas de projeto e inovação com a utilização deste material.

Espumas Metálicas

Espumas metálicas são uma nova, e ainda não perfeitamente caracterizada, classe de materiais. Entende-se por espuma metálica (Figura 1 [2]) o material composto por uma matriz metálica com vazios em seu interior. As espumas metálicas possuem baixa densidade e propriedades físicas, mecânicas e acústicas peculiares, trazendo grandes vantagens em termos de peso e resistência. A estrutura em células (abertas ou fechadas) determina o comportamento macroscópico destes materiais que exibem comportamento mecânico e propriedades físicas que diferem muito dos materiais ditos sólidos, sem a presença de ar incorporado. Apresentam combinações interessantes de propriedades físicas e mecânicas, como, por exemplo, alta rigidez combinada a peso específico muito baixo, ou permeabilidade a gases combinada com condutividade térmica alta, o que oferece promissoras possibilidades de emprego, como, por exemplo, na indústria aeroespacial. Por ainda carecerem de maiores informações quanto a seu comportamento mecânico, têm merecido interesse crescente na área de pesquisa de novos materiais.

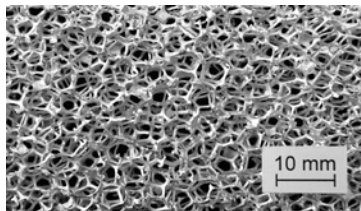


Figura 1 – Espuma de alumínio com célula aberta (DUOCEL[®]). Fonte: Öchsner [2]

As espumas metálicas também têm sido cada vez mais empregadas na indústria automobilística, especialmente como parte dos equipamentos de segurança passiva. São adequadas para a fabricação de peças leves e com grande capacidade de absorção de impacto. Também têm emprego nas indústrias automobilística e aeroespacial [3] em situações envolvendo otimização, onde deseja-se reduzir o peso mantendo-se a rigidez. Sabe-se que as propriedades das espumas metálicas podem ser modificadas durante o processo de produção (célula aberta ou fechada) e da densidade relativa da espuma em relação ao material da matriz. Para empregar as espumas metálicas como componente principal em estruturas, é necessário dispor de métodos numéricos e modelos constitutivos confiáveis [4], desenvolvidos e validados a partir de procedimentos experimentais que levem em conta a variedade de propriedades mecânicas, geométricas e físicas do componente estrutural e da espuma metálica em si. Na busca de novos materiais estruturais as espumas metálicas vêm se mostrando fortes aliadas na construção de estruturas cada vez mais leves e resistentes, gerando economia e bom desempenho. Atualmente ainda existe carência de estudos computacionais tratando da caracterização e aplicações estruturais para estes materiais.

Estudo de Caso – Veículo Sabiá

Os Sabiás são veículos desenvolvidos para competir nas Shell Eco-Maratohn pela Escola de Design da Universidade Estadual de Minas Gerais – UEMG. O evento destaca-se pela demanda de veículos experimentais construídos por escolas e universidades de toda Europa e de alguns outros países como o Brasil. Promovido pela Shell francesa, o evento consolidou-se mundialmente no que se refere ao desenvolvimento e aplicação de soluções automotivas. O Projeto visa evidenciar a importância da interdisciplinaridade entre diferentes áreas de pesquisa e profissionais, ressaltar as responsabilidades e possibilidades da atuação dos designers no desenvolvimento de produtos mais amigáveis (redução dos impactos ambientais), através da aplicação de conhecimentos de diversas áreas para o desenvolvimento de novas metodologias e materiais. Fatores estes que foram primordiais para a escolha do Projeto Sabiá como Estudo de Caso do Projeto de Pesquisa do Mestrado em questão uma vez que seus conceitos e objetivos convergem para o mesmo ponto central: novos conceitos, novos materiais e sua utilização em design automotivo.

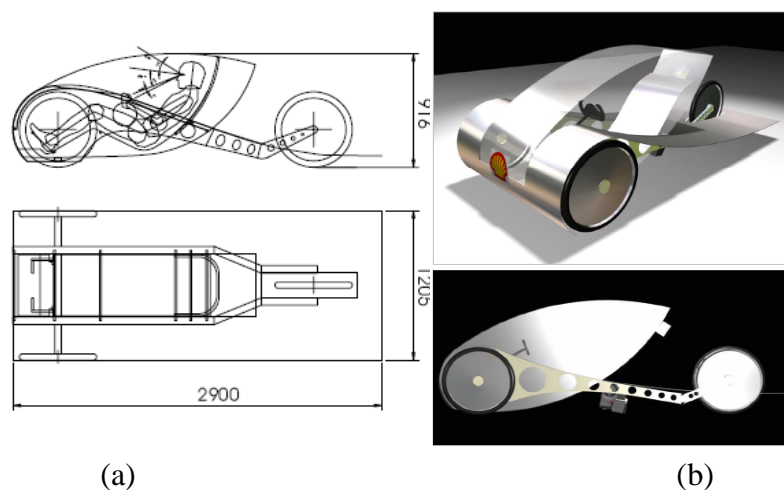


Figura 2 – Veículo Sabia 5 a) Desenho b) Conceito geral Fonte: Botelho [1]

A possibilidade da utilização de um material com resistência apropriada com menor peso auxiliaria muito no objetivo no projeto Sabiá que é o desenvolvimento de um veículo que tenha melhor rendimento km/litro. A escolha do modelo Sabiá 5 foi feita por sua morfologia e conceito minimalistas, apropriadamente denominado “carro folha”, o modelo constitui-se de poucos elementos, muitas vezes agrupados em um só, tal como, banco, chassi e cabine formando uma mesma estrutura integrada, explorando as propriedades físicas e plásticas do material, caracterizando-o assim como multifuncional, o que o qualifica como eficaz e versátil, por exemplo, características que cada vez mais os novos materiais devem agregar.

Objetivos

Avançar os conhecimentos relativos à análise de estruturas compostas por espumas metálicas, utilizando o programa ABAQUS-CAE com emprego do Modelo de Gurson para simulação de material poroso com o estudo de caso onde utiliza-se o chassi do Veículo Sabiá 5.

Analisar o comportamento da espuma metálica em comparação com outros materiais frequentemente utilizados, tais como aço e alumínio. Analisar a viabilidade de uso do novo

material quanto aos aspectos de custo, facilidade de execução, resistência, peso específico, deformações máximas, para utilização na indústria automotiva.

Contribuição multidisciplinar através da interação entre as diferentes equipes das referidas universidades, propiciando o crescimento mútuo através da troca de resultados finais das simulações e conclusões estabelecidas através da comparação entre a simulação proposta neste projeto com a realizada com materiais tradicionais.

Metodologia

A metodologia a ser seguida para que os objetivos sejam atingidos encontra-se descrita a seguir, envolvendo os procedimentos a serem executados.

Coleta de Dados

Obter os detalhes da estrutura como geometria, propriedades, carregamento, condições de serviço, etc. da estrutura selecionada (Sabiá 5) para a modelagem tridimensional e posterior análise de sua estrutura (chassis) através do Método dos Elementos Finitos no software ABAQUS-CAE.

Estrutura a ser Analisada

- Modelar o chassis do veículo no software Rhinoceros 4.0, apropriado para modelagem de superfícies e/ou volumes de geometrias mais complexas [5].
- Simular o comportamento do chassi com material convencional, no caso, aço ou alumínio empregando o programa de elementos finitos ABAQUS [6].
- Comparar com os resultados existentes baseando-se na bibliografia existente disponível, com dados bibliográficos que permitam um profundo e completo da estrutura em estudo.

Proposta de Representação do Comportamento de Espuma Metálica

- Analisar espécimes feitos em material com porosidade (modelo de Gurson) no ABAQUS.
- Comparar resultados de material com porosidade com resultados experimentais e numéricos (ABAQUS-CAE) existentes para espécimes em metal celular.

Nesta fase o objetivo é validar o modelo de Gurson para materiais porosos verificando se o mesmo é representativo do comportamento dos metais celulares.

Análise da Estrutura com o Novo Material – Espuma Metálica

- Analisar a estrutura (chassi) em espuma metálica empregando o programa de elementos finitos ABAQUS, empregando o modelo validado para materiais porosos.
- Comparar com os resultados obtidos para a estrutura com material convencional.

Comparação do Uso da Espuma Metálica frente ao Material Convencional

- Analisar aspectos de custo, facilidade de execução, resistência, peso específico, deslocamentos máximos, etc
- Analisar a viabilidade de uso do novo material (espuma metálica – no protótipo de chassi analisado) em substituição ao material convencional.

Resultados Esperados

Os resultados esperados como fruto da aplicação da metodologia descrita no item anterior são:

- Simulação computacional do comportamento do componente estrutural constituído de espumas metálicas.

- Desenvolvimento de metodologia para modelagem e análise de componente constituído de espuma metálica no programa ABAQUS CAE – método dos elementos finitos e modelo de Gurson [7].

- Utilização da metodologia desenvolvida como ferramenta para auxílio à tomada de decisão de projeto em design automotivo.

- Comparação entre resultados experimentais e numéricos para chassis compostos por espumas metálicas frente a chassis compostos por materiais mais tradicionais e freqüentemente utilizados na indústria automotiva, suas vantagens e potencialidades, assim como sugestões para pesquisas e trabalhos futuros.

Referências

1. BOTELHO, Róber Dias. **Eco-Design e Seleção de Materiais como Ferramentas para o Transportation Design – Estudo de Processos**, Rede Temática Em Engenharia De Materiais Dissertação de Mestrado- UFOP – CETEC – UEMG, Pós-Graduação em Engenharia de Materiais , 2003.
2. ÖCHSNER, A.; WINTER, W.; KUHN, G. On an elastic-plastic transition zone in cellular metals. **Archive of Applied Mechanics**, v.73, p.261-269, 2003.
3. BANHART, J. **Manufacturem characterisation and application of cellular metals and metal foams**. Bremen, Alemanha, 2000.
4. Oliveira, B. F., Cunda, L. A. B., Öchsner, A. & Creus, G. J., 2008. **Comparison between RVE and full mesh approaches for the simulation of compression tests on cellular metals**. *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik*, vol. 39, n. 2, pp. 133-138.
5. Rhinoceros – *NURBS modeling for Windows Version 3.0 User's Guide*, 2002.
6. ABAQUS/CAE Version 6.5 *User's Guide*, 2006.
7. ALVES, F. A. **Elementos Finitos, a base da Tecnologia CAE**. São Paulo, SP: Érica, 2000.