

Molas Cerâmicas

Rafael dos Anjos Toreson¹, Fernando dos Santos Ortega (nome por extenso)

^{1,3} Engenharia de Materiais, FEI

Rafa.toreson@hotmail.com e ferortega@fei.edu.br

Resumo: Este projeto consiste em dimensionar, produzir e caracterizar molas helicoidais de compressão de cerâmica avançada, visando aplicações em temperaturas elevadas, nas quais as propriedades mecânicas de materiais convencionais, como polímeros e metais, tornam-se inadequadas devido à perda de elasticidade.

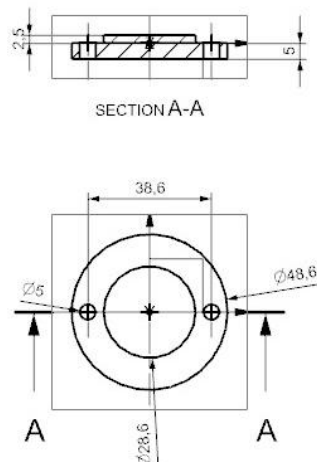
1. Introdução

O projeto consiste em estudar o comportamento das molas cerâmicas dando continuidade a dissertação de Rafael Cícero Penha Rocha, testando as mesmas a temperatura ambiente e a 800 °C e verificar o comportamento da estrutura através de ensaios na MTS, avaliando os efeitos da temperatura sobre a tensão de ruptura das molas cerâmicas.

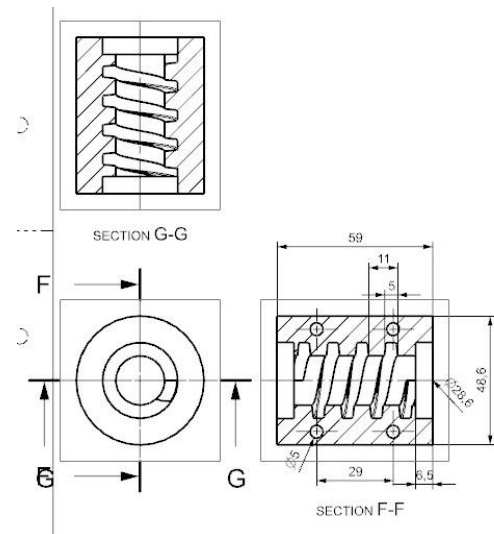
2. Metodologia

Partimos do princípio de construir o molde considerando que a fabricação das molas cerâmicas será feita por conformação líquida de uma suspensão cerâmica concentrada de alumina (processo gelcasting) [Guo, X. et al]. Definimos que o molde seria de alumínio devido a praticidade do material e a disponibilidade que se tem do mesmo. As faces internas, onde tem a junção das molas será revestido de teflon (PTFE), com a finalidade de reduzir a adesão da mola às paredes do molde e também com a finalidade de melhorar a rugosidade externa da mola.

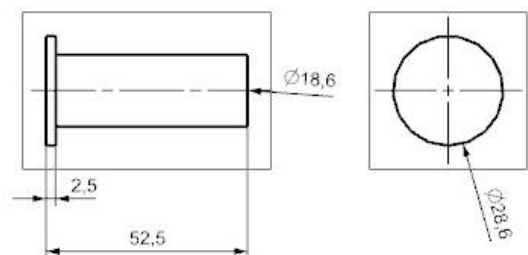
Foi definido que o molde seria feito em 3 partes: base, embolo e corpo do molde. Foi feito os desenhos conforme segue nas figuras abaixo (1), (2) e (3). As medidas do molde foram baseadas a base na câmara do forno que está acoplada a Máquina Universal de Ensaios Mecânicos, onde será feito os ensaios a temperatura ambiente e a 800 °C.



1 - Base do Molde



2 - Corpo do Molde



3 - Embolo do Molde

Levamos em conta que após sinterizada a mola, ela reduziria cerca de 20% do tamanho em todas as dimensões, portanto, o molde foi feito 20%. Foi adotado um pequeno ângulo de saída para facilitar a retirada da mola, levando em conta que a adesão da alumina com a superfície do molde pode prejudicar o acabamento superficial. Todos os parafusos da estrutura são M5, a fim de fortalecer a união do molde na hora da modelagem por gelcasting.

Após isso fizemos um teste do processo de gelcasting com a formulação utilizada na dissertação de Rafael Cícero Pinheiro Rocha – Molas Cerâmicas, então obtivemos a mola a verde sem sinterização [Guo, X. et al], utilizando o molde original por ele desenvolvido.

A Figura (4) mostra a mola obtida pelo processo gelcasting, porém sem sinterização. Nota-se a capacidade do processo de reproduzir detalhes da geometria do molde. Entretanto, algumas melhorias vão ser feitas para que a estrutura fique mais homogênea.

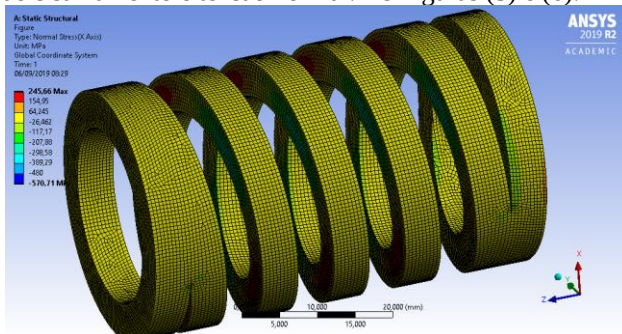


4 - Mola Cerâmica pronta a verde.

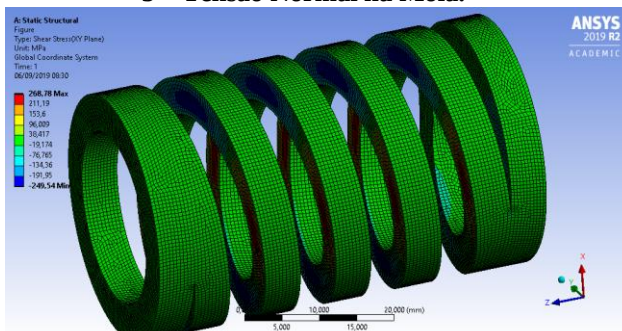
Daí partimos para as simulações. Faremos 2 tipos de simulações, uma com a mola sem arredondamento e sem calço, e outra com arredondamento e calço.

3. Resultados e Discussão

Os resultados foram obtidos, obtivemos a tensão de cisalhamento e tensão normal. As Figuras (5) e (6).



5 – Tensão Normal na Mola.



6 – Tensão de Cisalhamento.

A simulação foi feita a 1 MPa, e observamos que tem em volta de 250 MPa de tensão aplicada na mola, o que demonstra uma boa resistência a temperatura ambiente.

4. Conclusões

Foi observado que os resultados obtidos nos indicaram pontos de melhorias na geometria do molde. Provavelmente o arredondamento vai dar um alívio para a concentração de tensão. O calço fará com que o ângulo que sai das bases e vai pra espira também alivie a tensão.

O processo está correndo muito bem, a fase da simulação está praticamente finalizada e visto boas margens para a continuação do projeto. Iniciaremos agora o molde para fabricação dos corpos de prova para ensaio mecânico, a temperatura ambiente e a 800C, com

o objetivo de verificar se a alteração de temperaturas e o trabalho mecânico de compressão com a alumina sinterizada é capaz de substituir o trabalho de uma mola de aço.

5. Referências

- [1] Rocha, R. C. P. Processamento de Molas Helicoidais de Alumina por “Gelcasting” e caracterização do limite de tensão de ruptura em ensaio de compressão uniaxial. Dissertação (Mestrado em ciencia dos materiais) – Centro Universitario FEI, 2017.
- [2] Wahl, A. M. Mechanical Spring. New York:Penton Publishing Co., 1944
- [3] Carter, C. B.; Norton, M.G. Ceramic Materials: Science and engineering 2nd ed. Washington: Springer 2013
- [4] Guo, X. “gelcasting” of High Strength Ceramic Chalmers University of technology Göteborg, Sweden, work No. 75/2011

Agradecimentos

À instituição FEI pelo fornecimento da bolsa de Iniciação Científica e de toda a infra-estrutura necessária para a realização deste trabalho.

¹ Aluno de IC do Centro Universitário FEI (ou FAPESP, CNPq ou outra). Projeto com vigência de 03/19 a 03/20.