

Introdução

Materiais cerâmicos são raramente testados em ensaios de tração pura. Isso ocorre, pois é muito difícil preparar corpos de prova cerâmicos confiáveis para esse tipo de teste, cujos resultados sejam independentes do processo de fabricação do próprio corpo de prova, ou da forma como o mesmo é preso à máquina de ensaio (o mesmo pode fraturar onde é preso no dispositivo de tração). Isso se deve à baixa tenacidade à fratura típica desses materiais. Pela simplicidade tanto do formato dos corpos de prova (barras ou cilindros de seção transversal uniforme) como da realização do ensaio em si, ensaios de flexão são os mais populares para materiais cerâmicos em geral. O ensaio consiste em aplicar uma carga crescente a um corpo de prova de acordo com a Referência 6, até a fratura.

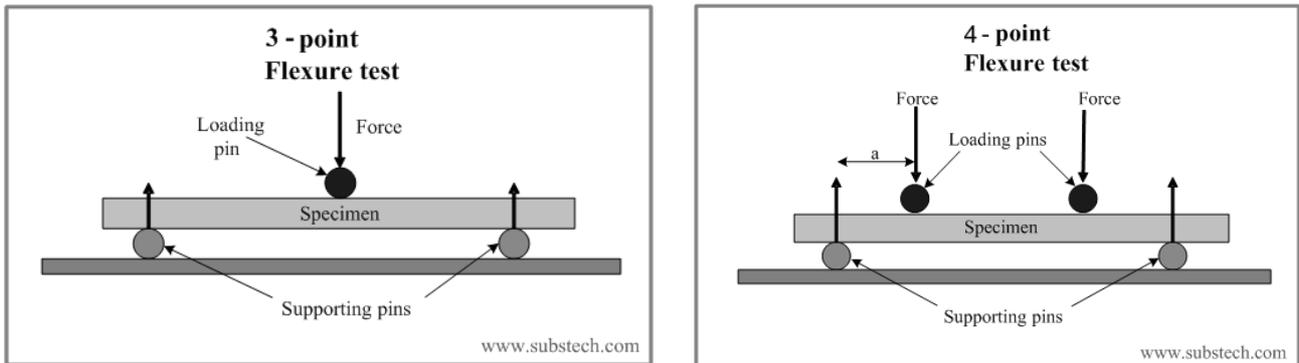


Figura 1: Esquema de carregamento em três e quatro pontos para a determinação do comportamento de tensão-deformação e da resistência à flexão de cerâmicas frágeis.

Para o caso de uma carga (F) aplicada em flexão 3-pontos em um corpo de prova de seção transversal retangular, cujo comprimento útil (a distância entre apoios, L) deve ser substancialmente maior que a largura (b) e a espessura (h), a tensão máxima de ruptura, também chamada Módulo de Ruptura (MOR – da sigla em inglês), ocorre quando uma carga máxima ($F_{máx}$) rompe o material, a qual é calculada de acordo com a seguinte expressão:

$$\sigma_f = \frac{3F_{máx} \cdot L}{2b \cdot d^2} \quad (1)$$

Roteiro Experimental

- 1- Serão ensaiados 6 corpos de prova cerâmicos à base de uma argila vermelha denominada Taguá, previamente prensados e queimados em grupos de 3 em temperaturas diferentes: 800, 900 e 1000°C;
- 2- Medir a espessura e a largura dos corpos de prova. O comprimento L é determinado pela distância entre apoios no dispositivo de ensaio em flexão 3-pontos;
- 3- Realizar os ensaios de acordo com a recomendação da Norma ASTM apropriada (referência 6). Anotar todos os dados do ensaio para o relatório: modelo e fabricante da máquina de ensaios, velocidade do atuador, etc.;
- 4- Após a fratura, anote o valor da carga máxima alcançada para cada corpo de prova.

Para o relatório (entrega na semana 10-14/09/2012 ou antes)

- 1- Faça uma breve descrição do Procedimento Experimental, desde o procedimento para o preparo dos corpos de prova, prensagem, procedimento de queima, até o ensaio mecânico realizado (sugestão: use o formato de um fluxograma).
- 2- Utilizando os dados de todos os grupos da disciplina (estarão disponíveis no site), apresente os dados relativos às dimensões dos corpos de prova, cargas na fratura e tensões calculadas na forma de tabela.

Identificação do corpo de prova	Temperatura de sinterização	Comprimento (L)	Largura (b)	Espessura (d)	Carga de ruptura (F_{Max})	Tensão de ruptura (σ_{Max})
-	Unidade: °C	Unidade:	Unidade:	Unidade:	Unidade:	Unidade:
	800					
	800					
	900					
	900					
	1000					
	1000					

- 3- Faça um gráfico da tensão de fratura média versus temperatura de queima, incluindo os desvios-padrão para cada temperatura. Observação: para inserir a fórmula de média no MS-Excel “=media(A1:A10)” (exemplo) e para inserir a fórmula do desvio-padrão “=desvpad(A1:A10)”.

Observações: 1) Relatório em grupos de no máximo 5 alunos; 2) Digitado e impresso (arquivos pdf's não serão aceitos).

Bibliografia

1. J.B. Wachtman, W. Roger Cannon, M. John Matthewson, Mechanical Properties of Ceramics, 2a. Edição, Wiley, 2009, p. 95-101.
2. T. Rouxel, Mechanical Properties of Ceramics, In: Ceramic Materials Processes, Properties and Applications, editado por P. Boch e J.C. Nilpce, editora ISTE, Londres, 2007, capítulo 8, p. 275-278.
3. C. Barry Carter, M. Grant Norton, Ceramic Materials Science and Engineering, Springer, 2007, p. 297-306.
4. C.D. Sorensen, Measuring the Weibull Modulus of Microscope Slides, NASA. Langley Research Center, National Educators' Workshop: Update 1991. Standard Experiments in Engineering Materials Science and Technology; p 397-406, obtido no site: <http://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=19920021051>
5. A.R. Migliore Jr., E. D. Zanutto, Sobre a determinação dos parâmetros de Weibull, Cerâmica, 38 (1992) 7-11.
6. ASTM 674-88 (Reaprovada em 2006), Standard Test Methods for Flexural properties of Ceramic Whiteware Materials, número de páginas: 4.
7. ASTM C1239-07, Standard Practice for Reporting Uniaxial Strength Data and Estimating Weibull Distribution parameters for Advanced Ceramics, número de páginas: 19.