

FLASH SINTER-CRYSTALLIZATION DE VIDROS NO SISTEMA Na_2O - CaO - SiO_2 PARA OBTENÇÃO DE VITROCER MICAS SINTERIZADAS

Arthur Augusto Copertino Leme

Eduardo Bellini Ferreira

Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP

arthurleme05@usp.br

Objetivos

Dentre as cerâmicas, os vidros são uma subdivisão com grande valor agregado, graças a suas propriedades e estética. Existem diferentes tipos de vidros, sendo um dos mais intrigantes as vitrocerâmicas, por possuírem propriedades otimizadas, como alta dureza, resistência ao choque térmico e tenacidade à fratura. Essas propriedades são conferidas graças a uma cristalização controlada durante seu resfriamento.

Vale ressaltar que as aplicações das são diversas, desde lentes de telescópios, até aplicações biomédicas. Já com relação a fabricação desses materiais existem duas alternativas: Cristalização no volume de artigos vítreos; Sinterização simultânea ou posterior à cristalização de compactos de vidros particulados.

Portanto, o objetivo da pesquisa foi realizar a revisão de literatura sobre o Flash Sintering aplicado no desenvolvimento de vitrocerâmicas, essencialmente em vidros no sistema Na_2O - CaO - SiO_2 .

Métodos e Procedimentos

Para a elaboração da pesquisa foram utilizados diferentes artigos e livros, sendo eles relacionadas ao Flash Sintering, vitrocerâmicas e o sistema Na_2O - CaO - SiO_2 . Além disso, vale destacar as pesquisas desenvolvidas por BACHA e MURDIGA que foram de extrema

relevância. Logo, serão expostas teorias e resultados de diferentes autores sobre o tema.

Resultados

Com relação aos modelos que descrevem a sinterização, o de Clusters é o mais eficiente. Diferentes tamanhos de partículas são considerados e as partículas menores se organizam em pequenos agrupamentos, como demonstrado na figura 1. Contudo, até esse modelo apresenta um erro relativo (disposição real não corresponde precisamente à proposição).

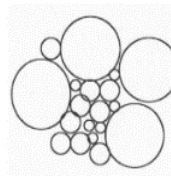


Figura 1: Representação do Modelo de Cluster

Estudar técnicas para reduzir os gastos energéticos e ambientais durante a fabricação de vitrocerâmicas é essencial no meio científico. Diversas técnicas que reduzem esses gastos já existem, como o FAST e o Flash Sintering. A figura 2 evidencia essas reduções de tempo e temperatura comparando as técnicas citadas com outros métodos de sinterização.

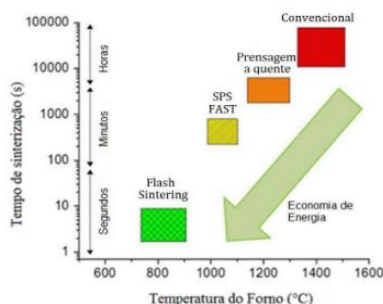


Figura 2: Tempo vs T° de sinterização por diferentes técnicas (Zircônia - 3% mol de Ítria)

As diminuições observadas com essa técnica estão relacionadas com o Efeito Joule, que consiste no aumento da temperatura de um determinado material (condutor elétrico) quando uma corrente elétrica passa por ele. Com o aumento da temperatura, a difusão química e o transporte de massa também aumentam, explicando a variação na condutividade durante o Flash e levando a uma sinterização mais rápida. Entretanto, as reduções de temperatura observadas no Flash não podem ser explicadas somente pelo Efeito Joule.

Além do Efeito Joule, a formação de defeitos durante o Flash Sintering provavelmente interfere na cinética de sinterização. Essa interferência, explica a diferença entre a temperatura teórica para sinterização e a temperatura dos materiais submetidos ao Flash.

Outro fator importante nas reduções de temperatura do Flash Sintering é o tamanho das partículas da cerâmica envolvida. A figura 3 evidencia que quanto maior o tamanho das partículas médias durante o processo de sinterização, maiores são as temperaturas para a densificação do material, visto que o início da retração é observado em temperaturas mais elevadas. Vale ressaltar que tanto nas cerâmicas com sinterização convencional, quanto nas que passarão por Flash Sintering o comportamento descrito é observado.

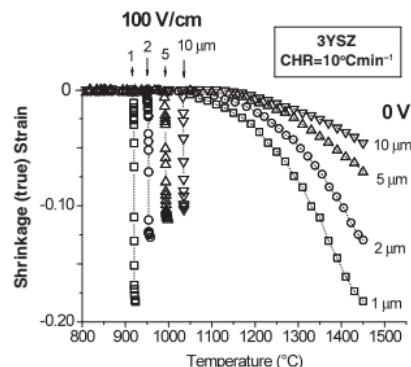


Figura 3: Retração em quatro amostras de tamanhos de partículas diferentes e com tensões diferentes (0 V e 100 V cm⁻¹).

Conclusões

O Flash Sintering causa uma maior velocidade no processo de sinterização, graças a reduções no tempo e temperatura, sendo ideal para empresas que buscam maior sustentabilidade ambiental. Entretanto, para atingir um nível de densificação satisfatório é necessário o controle do limite de corrente elétrica (mA/mm²), visando conter a redução da viscosidade, ou seja, não deixando que a amostra “escoe” (softening). Além disso, A formação de diferentes fases cristalinas específicas dentro deste sistema deve ser estudada para um controle adequado durante a aplicação do campo elétrico

Agradecimentos

Agradeço meu orientador, minha família e meu colega Pedro Occhiena pelo auxílio no período.

Referências

- BACHA, M. G. Sinterização de vidro soda-cal-silica comercial assistida por campo elétrico, 87p. Tese (Doutorado) – São Carlos, 2017.
- MURDIGA, J. M. R. Efeito do campo elétrico na sinterização de vidros no sistema Li₂O-SiO₂, 138 pg. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, 2021.