SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE ESPUMAS DE VIDRO CONTENDO PENTÓXIDO DE NIÓBIO

Isabelle M. Trevizan, Robson C. da Silva, Sérgio M. Tebcherani, Evaldo T. Kubaski,
e-mail: evaldotk@outlook.com
Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Engenharia de Materiais

Engenharia de Materiais, Materiais não Metálicos

Palavras-chave: Espuma de vidro. Reciclagem de vidro. Pentóxido de nióbio

Resumo

O vidro é um dos materiais mais utilizado no mundo devido as suas propriedades, além disso, por ser totalmente reciclado. Devido ao grande interesse ambiental, cada vez mais os resíduos de vidros estão sendo reciclado, o que leva a necessidade de formas alternativas de reciclagem. Uma forma alternativa de reciclar o vidro é a produção de espumas de vidro, que possuem propriedades de isolante acústico. Devido a baixa condutividade térmica do vidro e por possuir porosidade pode ser utilizada com isolante térmica. A utilização de pentóxido de nióbio como agente de reforço tem por objetivo melhorar a propriedades mecânicas das espumas.

Introdução

O vidro é um material muito utilizado devido ao conjunto de propriedades que ele possui, como transparência, baixa condutividade térmica, durabilidade, além do baixo custo. O vidro é um material que não se decompõem, o que faz com que se tenha um grande interesse ambiental em formas alternativas de reciclagem de modo a diminuir a geração de resíduos. No Brasil apenas aproximadamente 47% das embalagens de vidro são recicladas, correspondendo a cerca de 470 mil ton/ano. A dificuldade encontrada na reciclagem do vidro esta no fato de que a maioria do vidro encontra-se triturado e misturado com fragmentos metálicos, papel, polímeros e outras substâncias orgânicas que podem contaminar o vidro. O que faz com que a remoção de impurezas e classificação de cor tenha um alto custo [1, 2].

Uma forma de reciclagem alternativa para o vidro é a produção de espumas de vidro. A espuma de vidro pode ser definida como um vidro celular que possui duas fases: sólido e gás, onde o vidro forma uma fina parede de uma célula sendo esta preenchida com gás, com alguns micrômetros de espessura, podendo possuir tanto poros fechados quanto abertos [3, 4].

As espumas de vidro possuem várias propriedades que fazem com que tenha se um grande interesse de utilização delas na construção civil. Algumas propriedades são: baixa densidade, rigidez, baixa condutividade térmica, elevada resistência à compressão, ampla faixa de temperatura para aplicações, não inflamável, quimicamente inerte e longevidade. Por ser um material poroso e possuir baixa condutividade térmica pode ser utilizada tanto como isolante térmico como isolante acústico. A utilização de espumas de vidro pode facilitar a construção rápida, pois é de fácil manuseio, corte e perfuração e consegue facilmente ser combinada com o concreto, tornando uma boa escolha para isolamento de paredes, tetos e pisos [2, 4-6].

As espumas de vidro são caracterizadas principalmente pela sua baixa densidade, a qual influência a resistência, absorção de água e condutividade

térmica. Todas estas características dependem da estrutura da espuma de vidro, ou seja, o tamanho, a configuração e a espessura das paredes de vidro entre os poros. Quanto menor for a densidade da espuma, maior será a sua porosidade, o que faz com que a mesma obtenha uma menor resistência pois a carga será distribuída por uma menor quantidade de vidro.Também espera-se uma maior absorção de água pois a medida que aumenta se a porosidade, maior é a probabilidade de haver poros abertos [4].

A condutividade térmica da espuma de vidro depende do tipo de porosidade, onde poros fechados são considerados isolantes térmicos. A razão entre fase sólida e fase gasosa tem grande interferência na condutividade térmica, pois a condutividade térmica dos gases é mais baixa que a do vidro [4].

Para a fabricação das espumas de vidro pode ser utilizado os mais variados tipos de vidro como o vidro plano comercial, vidro de garrafas de bebidas, vidro de lâmpadas fluorescentes e tubos de raios catódicos.

Em geral a maioria das espumas de vidro é produzida a partir do método do pó, sendo que o principal processo de obtenção de espumas de vidro é através da sinterização do pó de vidro misturado com aditivos. Estes aditivos são os agentes espumantes, agentes de fluxo e agentes de reforço [3,4].

Os agentes espumantes são substâncias que são adicionadas para que gerem gases através da sua decomposição ou reação em temperaturas acima da temperatura de amolecimento do pó de vidro. O Hidróxido de sódio (NaOH) pode ser utilizado como agente espumante do pó de vidro plano comercial. Quanto maior a quantidade NaOH empregado na mistura composição da espuma de vidro, maior é a quantidade de porosidade na espuma e consequentemente menor a densidade. Em composições entre 9 e 15% de NaOH, pode se obter porisidade aberta na ordem de 80%, enquanto em composições contendo entre 5 e 7% de NaOH, a predominância é de poros fechados [2,3,5].

Os agentes de fluxo na composição da espuma têm o papel de diminuir a viscosidade do vidro. Um agente de fluxo muito utilizado é o tetraborato de sódio (bórax) e pode ser encontrado como: bórax decahidratado ($Na_2B_4O_7.10H_2O$); bórax pentahidratado ($Na_2B_4O_7.5H_2O$) e bórax anidrido ($Na_2B_4O_7$) [7,8].

Agentes de reforço como óxidos e compostos podem ser utilizados junto a composição das espumas de modo a melhorar propriedades mecânicas da espuma de vidro em geral a resistência à flexão e a resistência à compressão. Estes podem ser empregadas na forma de plaquetas, esferas, pó, entre outros .A escolha da utilização de pentóxido de nióbio como agente de reforço, é justificado pelo fato de o Brasil possuir as maiores reservas minerais de nióbio do mundo,o total atual estimado é de 2,7 milhões de toneladas no mundo e o Brasil possui 96,3% deste valor [2,9-11].

Materiais e Métodos

Inicialmente foi realizado a lavagem de pedaços de vidro plano comercial utilizando água e detergente em um equipamento de ultrassom. Em seguida para a obtenção do pó de vidro foi realizado a moagem do vidro em um moinho de bolas por 16h, o qual passou em seguida 24h em uma estufa para a secagem. Para garantir que o pó de vidro encontrava-se em granulometria adequada, este passou por peneiramento em peneira #200 mesh.

Para a montagem da composição das espumas de vidro foi utilizado pentóxido de nióbio (99,3%,CBMM), hidróxido de sódio (grau Rayon, Unipar

Cabocloro S/A) e tetraborato de sódio anidro – bórax (99,5%, dinâmica) , seguindo as proporções indicadas na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 - Composição das espumas de vidro (% em massa)

Vidro Plano(%)	NaOH(%)	Bórax (%)	Nb_2O_5 (%)
73	10	5	12

Fonte: A autora

A homogeneização da mistura foi realizada a úmido em um moinho excêntrico por 10 min, onde em seguida a suspensão obtida será seca em uma estufa por 24h. Após a secagem foi realizado o peneiramento de cada composição em peneira #200 mesh.

A compactação dos corpos de prova foi realizada em uma prensa hidráulica. Os corpos de prova foram obtidos através da compactação a seco em um molde cilíndrico de 8 mm de diâmetro. A pressão aplicada foi de 5MPa e obteve-se 8 corpos de prova. Após a obtenção dos corpos de provas, os mesmo ficaram por 24h em uma estufa para perda de umidade.Os corpos de prova foram sinterizados a 750ºC por 15 minutos com taxa de aquecimento de 10ºC/min.

Para a obtenção das densidades geométricas antes e após a sinterização, e para determinar a porcentagem de espumação pesou-se todas as amostras antes e após a sinterização e também mediu-se o seus volumes. Para determinação da densidade foi utilizado a seguinte formula:

$$\text{densidade} = \frac{\text{massa}}{\text{volume}}$$

Enquanto que para a determinação da porcentagem de espumação foi utilizado a formula:

$$\%\ \text{de espumação} = \frac{(Vol._{sint.} - Vol._{inicial})}{Vol._{inicial}} \times 100$$

Onde $Vol._{sint.}$ é o volume da amostra após a sinterização e o $Vol._{inicial}$ é o volume da amostra antes da sinterização.

Resultados e Discussão

A partir de dados obtidos como peso e volume das amostras antes e após a sinterização pode-se obter os seguintes resultados conforme a mostra a Tabela 2 a seguir:

Tabela 2 – Densidades e porcentagem de espumação das amostras

Amostra	**Densidade geométrica antes da sinterização (g/cm³)**	**Densidade geométrica após a sinterização (g/cm³)**	**Espumação (%)**
1	1,610	0,272	422,838
2	1,543	0,259	387,082
3	1,565	0,248	432,114
4	1,579	0,250	434,633
5	1,589	0,258	423,130
6	1,605	0,239	463,329
7	1,557	0,259	435,669
8	1,525	0,248	420,031
Média	1,571 ± 0,02	0,254 ± 0,01	427,353 ± 21,222

Fonte: A Autora

A partir desses dados pode-se observar que a utilização de pentóxido de nióbio não impediu a espumação das amostras, conseguindo espumar aproximadamente 427%.

Apesar de o pentóxido de nióbio possuir uma densidade de 4,6 g/cm³ pode-se observar que isto não impediu que a espumas conseguisse atingir uma baixa densidade após a sinterização como observa-se na Tabela 2.

Conclusões

Pode-se concluir que apesar da adição de 12% pentóxido de nióbio, este não impediu a formação da espuma de vidro. Além disso, as amostras conseguiram atingir uma densidade de aproximadamente 0,254 g/cm³ e uma espumação de 427%.

Agradecimentos

Agradeço a Fundação Araucária pelo suporte financeiro ao projeto.

Referências

1. VIDRO. Disponível em: <http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/6/vidro>. Acesso em: 02 jun. 2018.
2. BENTO, A.C.; KUBASKI, E. T.; SEQUINEL, T.; PIANARO, S. A.; VARELA, J., A.; TEBCHERANI, S. M.; Glass foam of macroporosity using glass waste and sodium hydroxide as the foaming agent. **Ceramics International.** v. 39, p. 2423-2430. 2013.
3. PETERSEN, R. R.; KÖNIG, J.; SMEDSKJAER, M. M.; YUE, Y.; The effects of Fe_2O_3 and Co_3O_4 on microstructure and properties of foam glass from soda lime waste glasses. **Journal of Non-Crystalline Solids**. v.400, p 1-5. 2014.
4. SPIRIDONOV, Y. A.; ORLOVA, L.A.; Problems of Foam Glass Production. **Glass and Ceramics**. v. 60, p. 313-314. 2003.
5.SCARINCI, G.; BRUSATIN, G.; BERNARDO, E.; Glass Foams. In: **Cellular Ceramics**: Structure, Manufacturing, Properties and Applications. Wiley-VCH, p. 158-176, 2005.
6. MANEVICH, V.E.; SUBBOTIN, K. Y.; Mechanism of foam-glass formation. **Glass and Ceramics**. v. 65, p. 154-156. 2008.
7. CHEN, B.; LUO, Z.; LU, A.; Preparation of sintered foam glass with high fly ash contente. **Materials Letters**. v. 65, p. 3555-3558. 2011.
8. DETERMINATION of thermodynamic values for the dissolution of borax in water. Disponível em: <http://studylib.net/doc/8891429/determination-of-thermodynamic-values-for-the-dissolution>. Acesso em: 05 jun. 2018.
9. BOCCACCINI, A.R.; TRUSTY, P.A Toughening and strengthening of glass by Al_2O_3 platelets, **Journal of Materials Science Letters.** v.15, p. 60-63, 1996.
10.KOOPMAN, M.; CHAWLA, K.K.; CARLISLE, K.B.; GLADYSZ,G.M.; Microstructuralfailure modes in three-phase glass syntactic foams.**JournalofMaterials Science.**v.41, p. 4009-4014, 2006.
11. MME - Ministério de Minas e Energia. **Perfil da Mineração do Nióbio**. Relatório técnico 20. Disponível em: < http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1256650/P11_RT20_Perfil_da_Mineraxo_do_Nixbio.pdf/48860760-63f2-489e-b4b9-e16236fd1413>. Acesso em 2, jun. 2018.