

ESTUDO DO PROCESSO DE SÍNTESE DO *Nitreto cúbico de Boro* USANDO O MAGNÉSIO COMO CATALISADOR

Brasil I.S.N.¹, Diegues A.L.S.²

¹UENF/Laboratório de Materiais Super Duros, ibsneto@hotmail.com

²UENF/Laboratório de Materiais Super Duros, Lucia@uenf.br

Resumo - O *Nitreto Cúbico de Boro* (cBN) é o segundo material mais duro aplicado industrialmente, sendo superado apenas pelo diamante. Entretanto, o diamante é oxidado pelo ferro sob temperaturas próximas a 700°C, formando CO₂ que é liberado para a atmosfera dando origem ao processo de deterioração. O cBN, sob as mesmas condições, forma uma camada protetora de B₂O₃ que limita a ação do oxigênio. Essa camada protege o cBN até temperaturas próximas ao ponto de vaporização do B₂O₃, após o qual uma rápida oxidação ocorre. Por este motivo, o cBN na forma de pastilhas sinterizadas é amplamente utilizado na indústria metal-mecânica como ferramentas de corte destinada à usinagem de peças fabricadas a partir de materiais de difícil processamento. Dentre estes materiais, estão materiais ferrosos de elevada dureza, tais como aços temperados, ferros fundidos e superligas.

Palavras-chave: Altas pressões, alta temperatura, cBN.

Área de Conhecimento: Engenharia de materiais

Introdução

O progresso técnico e a efetividade da produção industrial atual estão intimamente ligados à aplicação de novos materiais ferramentais, principalmente materiais superduros. Um destes materiais é o *nitreto cúbico de boro* (cBN).

O cBN não é encontrado na natureza, ou seja, é um material sintético. Com a segunda maior dureza, independente da orientação dos cristais, este material abrasivo teve uma aceleração da produção maior que a do diamante nos últimos dez anos. As propriedades desejáveis como abrasivo incluem alta dureza, resistência ao desgaste, resistência mecânica e resistência térmica e ao ataque químico, mantendo

as arestas de corte afiadas durante o uso. Essas propriedades fazem do cBN um material apropriado para a usinagem de metais ferrosos de elevada dureza, tais como aço carbono endurecido, aço ferramenta, ferro fundido, superligas e aço inoxidável, uma área onde o diamante normalmente não é aplicado.

Os cristais de cBN podem ser obtidos por processos de síntese que envolvem altas pressões (acima de 4,5GPa) e altas temperaturas (entre 1400°C e 1700°C), utilizando-se uma mistura reativa de *nitreto hexagonal de boro* (hBN) com um ou mais catalisadores, tais como metais alcalino e alcalinos terrosos, que promovem a diminuição dos parâmetros (pressão e temperatura), criando condições favoráveis para transformação alotrópica do hBN para cBN.

Metodologia

O presente trabalho visa a determinar a região termodinâmica onde é possível a obtenção do CBN e, partir daí otimizar o processo de síntese.

Foram preparadas, para as sínteses de cBN, várias amostras contendo a mistura reativa composta por hBN+30%pMg. O magnésio foi triturado no liquidificador até atingir uma granulometria de aproximadamente 53µm e em seguida foi feita a homogeneização de cada mistura reativa com 0,25g em um misturador por aproximadamente 10 minutos.

As misturas foram pré-compactadas na prensa hidráulica de 20ton sob pressão de 509 MPa em matriz de aço fabricada no próprio setor, retiradas da matriz e em seguida foram inseridas nos tubos aquecedores de grafite com 7mm de altura e 1mm de espessura de parede. Estes tubos contendo a mistura reativa pré-compactada foram tampados com discos constituídos de 50%p de calcita e 50%p de grafite, fabricados no próprio setor e foram centralizados nas cápsulas de calcita a serem utilizadas como meio compressível para a formação da gaxeta no DAP.

Devido à baixa condutividade elétrica da mistura reativa, foram utilizados tubos aquecedores de grafite que permitem obter no interior da mistura (hBN+Mg) uma distribuição mais uniforme da temperatura e discos na parte superior e inferior da cápsula que permitem a passagem de corrente elétrica. Após a montagem das amostras utilizou-se o DAP do tipo bigorna com concavidade toroidal para a síntese de cBN na prensa hidráulica especial de 630ton.

O regime de síntese utilizado consistiu na aplicação da pressão necessária para a formação de cBN na amostra dentro do DAP, fixação dessa pressão e em seguida a passagem de corrente elétrica que gerou o aquecimento da amostra. Os parâmetros, alta pressão(5GPa) e alta temperatura(1400°C), foram mantidos durante aproximadamente 3 minutos. Após esse tempo a passagem de corrente elétrica pela amostra foi desligada e a pressão foi reduzida aos poucos, para então se retirar o aglomerado obtido.

Os aglomerados obtidos na síntese foram triturados e analisados por difração de raios-x, no equipamento XDR 7000 da marca Shimadzu. Os parâmetros de medida foram: radiação k_{α} de Cu, passo 0,03s com teta variando de 20 a 120 graus para a detecção de todas as fases formadas ao fim da síntese.

RESULTADOS

Os resultados preliminares mostraram que com a configuração da mistura de partida empregada na preparação da célula de reação e o tipo de ligante utilizado é possível obter o cBN em condições menos severas do que aquelas normalmente utilizadas na síntese industrial do cBN. Porém a produtividade do processo ainda não foi avaliada.

Na figura 1, está apresentado em um mesmo difratograma as medidas para hBN antes e depois do processo de síntese comprovando a existência de cBN após o tratamento com magnésio (catalisador/solvente) a altas temperaturas e altas pressões (APAT).

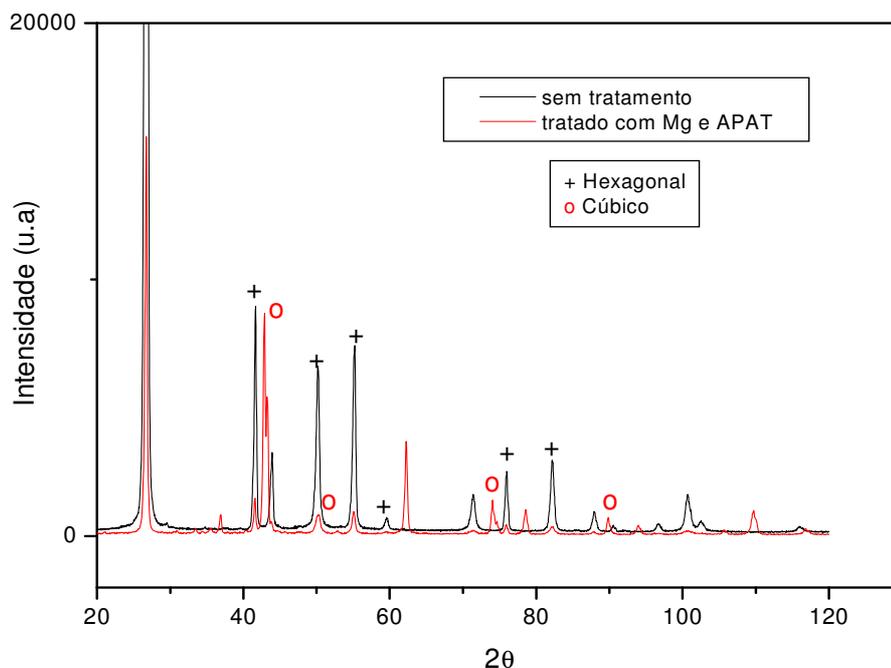


Figura 1 - Difratoograma do hBN utilizado na síntese e de uma amostra .

Discussão

Conforme pode ser comprovado na figura 1, houve a formação do cBN, comprovando que as condições aplicadas no presente trabalho, alta pressão(5GPa), alta temperatura(1400°C), 30%p de magnésio e mantidos o tempo de síntese durante aproximadamente 3 minutos são eficientes para produção do cBN. Agora estão sendo realizados experimentos variando-se a pressão de 5GPa, 6GPa, 7GPa e temperatura de 1400°C, 1500°C,1600°C e 1700°C para cada valor de pressão afim de obter-se os melhores taxas de conversão hBN para cBN e também as melhores propriedades dos cristais obtidos.

Porém, como mencionado anteriormente o rendimento do processo ainda não foi avaliado.

Conclusão

A partir de resultados preliminares iniciou-se neste projeto a pesquisa visando a otimização do processo de síntese do cBN. Primeiramente foram realizados experimentos com o menores parâmetros visando a determinação do limite inferior da região de estabilidade termodinâmica onde é possível a formação do cBN. Os resultados mostraram ser possível a síntese do cBN com 5GPa de pressão e temperatura de 1400°C. A partir desses resultados novos experimentos serão feitos com valores de temperatura e de pressão

superiores, e posteriormente será avaliado as condições da síntese e produto deste processo.

Referências

- FARAFONTOV, V.I., KALACHNIKOV, Y. (1978) O papel dos catalisadores durante a síntese do cBN em condições de HPHT. In.: Materiais policristalinos de alta dureza, p. (3-8).
- FELDGUN, L.I., KRYLOV, V.N. (1968) Estudo da curva de equilíbrio do nitreto de boro hexagonal – nitreto cúbico de boro. Coletânea de obras de VNIACH, Leningrado, Nº 7, p. 13-15.
- Fukunaga, O. (2002), Science and Technology in the recent development of Boron Nitride Materials, Journal of Physics Condensed Matter, nº 14, pg. 10979-10982.
- JUNIOR, J.S.I., RAMALHO, A.M.I., BOBROVNITCHII, G.S.I., “Transformação do nitreto hexagonal de boro em nitreto cúbico de boro com o catalisador magnésio”, **Revista Matéria** (2008), v. 13, p. 258 – 266.
- NOVIKOV, N.V., “Materiais superduros: síntese, propriedades e aplicações. Ed. Naukova Dunka(1983). p. 22-24.
- TERKEVICH, V.Z., “Phase diagrams and synthesis of cubic boron nitride”, **Journal of Physics Condensed Matter** 14 (2002) p.10963-10968.