

OS MATERIAIS SUPERDUROS POLICRISTALINOS PARA FERRAMENTAS DE CORTE: UMA ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DA PRODUÇÃO⁽¹⁾

Guerold S. Bobrovnitchii⁽²⁾

Marcello Filgueira⁽³⁾

Alan M. Ramalho⁽⁴⁾

Elisa do Nascimento Nunes⁽⁵⁾

Resumo

Os materiais superduros policristalinos (MSDP) à base de diamante sintético e nitreto cúbico de boro, apresentam aplicações diversas, principalmente na indústria de ferramentas. A análise geral mostra que para cada tipo de MSDP há uma estreita faixa de aplicação, se considerarmos o uso eficiente das ferramentas fabricadas a partir desses materiais. Entretanto, devido a pouca experiência no emprego desses materiais, as áreas de atuação ainda não foram bem definidas. Por essa razão, no Brasil as atividades de implantação dos insertos de MSDP estão na fase inicial, possibilitando desenvolver uma produção própria desses materiais. No presente trabalho, os MSDP foram classificados e analisados de modo a definir uma linha de pesquisa futura. Foi realizada a sinterização de pó de diamante com silício, como um exemplo da possibilidade de fabricação desses materiais no Brasil. A obtenção de 32 amostras de compósito “diamante-SiC”, com dimensões equivalentes a 5mm de altura e 12mm de diâmetro, foi feita sob parâmetros de 3,0 até 9,0GPa, temperatura de 1713K, num tempo de 30s. As amostras apresentaram propriedades mecânicas satisfatórias.

Palavras-chave: Alta pressão; Diamante; Policristais; Ferramentas de corte.

(1) 60° Congresso da ABM, Belo Horizonte - MG, 25-28 de julho de 2005.

(2) Ph.D., Chefe do Setor de Materiais Superduros, Laboratório de Materiais Avançados, Universidade Estadual do Norte Fluminense.

(3) D.Sc., Professor do Setor de Materiais Superduros, Laboratório de Materiais Avançados, Universidade Estadual do Norte Fluminense.

(4) D.Sc., Técnico do Setor de Materiais Superduros, Laboratório de Materiais Avançados, Universidade Estadual do Norte Fluminense.

(5) Mestranda do Setor de Materiais Superduros, Laboratório de Materiais Avançados, Universidade Estadual do Norte Fluminense.

1 INTRODUÇÃO

A procura pela perfeição tecnológica da produção é uma das tendências básicas do progresso técnico atual. Em conformidade com essa orientação, as exigências para o aumento da produtividade de qualquer tratamento mecânico são: diminuição do consumo de energia, critério de precisão mais rígidos e elevação da qualidade das superfícies trabalhadas. É comum, por exemplo, na fabricação em série de peças, o uso de novos materiais de construção mecânica com resistência e dureza elevada. Por essa razão, cresce a demanda por novos materiais superduros que possam funcionar como ferramentas de corte (ou usinagem) mais efetivas, tanto para a indústria metal-mecânica quanto para o processamento de rochas ornamentais ou perfuração de poços na indústria petrolífera (OWENS, 2000, p. 177), (BOBROVNITCHII e SKURY, 2000, p. 1523).

Os materiais superduros desenvolvidos, diamante sintético, nitreto cúbico de boro e suas combinações, as quais possuem dureza que superam de 2 à 5 vezes a dureza dos materiais convencionais, apresentam as exigências necessárias para uso como ferramentas de corte e usinagem nos diversos ramos da indústria, tais como a automobilística, aeronáutica, construção de máquinas e navios, processamentos de rochas ornamentais, perfuração de poços para petróleo, etc.

No presente trabalho são apresentados os resultados de análise da fabricação dos materiais policristalinos, suas propriedades e as perspectivas de desenvolvimento destes materiais no Brasil.

2 CLASSIFICAÇÃO GERAL DOS MATERIAIS SUPERDUROS POLICRISTALINOS

Classificar os materiais superduros policristalinos (MSDP) é bastante difícil devido a grande diversidade de sua produção. Mais de 16 países estão desenvolvendo MSDP (BOBROVNITCHII e SKURY, 2000, p. 1524), mas somente seis países atuam no mercado internacional.

A classificação adotada neste trabalho é baseada no método de obtenção dos MSDP e particularidades estruturais. Essa classificação é apresentada na tabela 1. Como já é sabido, a obtenção dos MSDP pode ser realizada aplicando alta pressão (até 9,0GPa) e alta temperatura (em torno de 1800°C) sobre uma matéria prima adequada. Os métodos de obtenção podem ser divididos em quatro grupos: síntese, sinterização sem ligantes ativadores, sinterização com ligantes ativadores e consolidação dos MSDP com outros materiais de alta dureza via altas pressões e temperaturas. As características físico-mecânicas de alguns policristais de diamantes são apresentados na tabela 2.

As pastilhas feitas de diamantes policristalinos possuem melhor resistência a cargas dinâmicas em relação as pastilhas feitas de diamantes monocristalinos. Apesar da dureza diminuir em comparação com o diamante natural, que são monocristais, os diamantes policristalinos, apresentam maiores resistência a tração e ao cisalhamento transversal.

As vantagens das ferramentas de compósitos policristalinos está relacionado a orientação livre dos microcristais na camada de trabalho das pastilhas de corte que garante a elevada homogeneidade em relação a dureza e a resistência ao desgaste em todas as direções (BROOKES, HARRIS e AL WATBON, 1997, P. 51).

A condutividade térmica da camada adiamantada pode atingir valores entre 320-480 W/m·K, de acordo com a temperatura. Por exemplo, no intervalo de

temperatura de 320-480K, a condutividade térmica da pastilha de “Syndite 010” está entre 420-480 W/m·K, e para as pastilhas de Syndite de outras marcas ficam entre 550-640 W/m·K (BEX e ROBERTS, 1979, p. 7).

Atualmente o material superduro a base de BN tem duas modificações: fase wurtzite wBN e esfarelite cNB (WENTORF, 1978), (SHULZHENKO e GARGIN, 1989, p.150). Os materiais superduros à base de BN é caracterizado por possuir uma ampla faixa de propriedades físico-mecânicas (Tabela 3). Isto deve-se tanto a tecnologia utilizada quanto a estrutura obtida durante a produção.

Tabela 1. Os métodos de obtenção dos MSDP.

Grupo:	Método de Obtenção:	Representante:
Síntese	Transformação do grafite em diamante policristalino na presença do solvente catalisador	Carbonado (ASPK – Rússia) [3] Ballas (ASB – Rússia) [3,4]
	Transformação do hBN em cNB na presença de solventes catalisadores.	Compósito 01 (Rússia) [12, 13]
	Transformação direta do hBN em cNB.	Compósito 02 (Rússia) [12, 13]
	Transformação de wBN em cNB.	wBN – T(4,5,8) – (Japão) [14] Compósito 10 (Ucrânia) [16]
Sinterização	Sinterização do pó de diamante sem ativador.	Megadiamond (Megadiamond Ind, USA) [5-7]
Sinterização	Sinterização do pó de diamante com ativador. Sinterização do pó de cNB com ativador.	SYNDAX – 3 (De Beers, S A) [15] AKTM (Ucrânia) [17] Amborite (De Beers, S A) [10] Kiborit (Ucrânia) [17]
Consolidação dos MSDP com outros materiais de alta dureza.	Formação de pastilhas de camadas duplas com camada de trabalho adiamantada.	Syndite (De Beers, SA) [8,9] Megapax (Megadiamond Ind, USA) [5-7] Compax (GE, USA) [11] ATP (Ucrânia) [17] BZN Compax (GE, USA) [16]
	Formação de pastilhas de camadas duplas com camada de trabalho de cNB.	BN 100 (SE, Japão) [14] DBC 50 – 80 (De Beers, S A) [15] KTP (Ucrânia) [17] Amborite (De Beers, SA) [15]

As dimensões das pastilhas de MSDP apresentam, normalmente, a forma de disco com diâmetros de até 40mm e espessura de até 7mm, tanto para as feitas de diamante quanto as de cNB.

A resistência térmica é alta, permitindo a fixação pastilhas por meio de aquecimento de curta duração (indutivo ou por maçarico) sem atmosfera protetora. Assim, em função do tempo de exposição, a temperatura máxima admissível é de 993K (tempo máximo de 1,5 min) ou 953K (6 min). Abaixo de 923K o tempo de brazagem é ilimitado (BOVENKENK, 1993).

3 APLICAÇÕES DE MSDP NA FERRAMENTAS DE CORTE

Na indústria moderna a maior aplicação de MSDP está relacionada a compósitos de camadas duplas que utilizam suporte de metal duro.

Áreas de aplicações: mecanização de metais não ferrosos, usinagem de madeira, polímeros, cerâmicos, corte de rochas, etc. As fresas planas é o tipo mais difundido dessas ferramentas de MSDP. Os tamanhos das fresas são de até 400mm (NOVIKOV, 2001, p. 283), (SHUI'ZHENKO e GARGIN, 1989, p.150). Para usinagem de furos e orifícios são utilizadas as pastilhas de Syndite e Syndite Microdril Blanks.

A vida útil dos insertos de corte feitos de camadas de diamantes policristalinos sobre uma base de metal duro supera em centenas de vezes a vida útil dos insertos de corte feitos apenas de metal duro, e é três vezes superior aos insertos fabricados de diamantes monocristalinos (NOVIKOV, 2001, p. 283).

Tabela 2. Propriedades físicos-mecânicas de alguns MSDP.

Propriedades de policristais de diamantes:		Marca Comercial						
		ASPK	ASB	AKTM	ATP	Syndite 010	Mega Diamond	Compax
Dureza Knoop, GPa		80 100	50 100	52	50	50	78	65 85
Densidade g/cm ³		3,5 4,0	3,5 3,9	3,46	3,74 3,77	--	3,10 3,48	--
Resistência (GPa)	Comp.	0,4 0,8	0,4 0,6	0,49	0,3 0,4	7,6	3,3 3,8	--
	Flexão	0,5 1,0	0,78	--	0,80 0,85	0,96 1,10	--	--
Módulo de Young (GPa)		900	800 850	970	--	841 925	--	--
Módulo de resistência a fratura K _{IC} (MPa.m ^{1/2})		--	--	8	10 13	5,00 8,61	--	--
Condutividade térmica (BTU/m.K)		--	290 300	260	--	420 480	800 900	--

Uma área de ampla utilização dos MSDP a base de diamante consiste no tratamento de ligas de alumínio-silício (20 à 26% de Si). As ferramentas comuns são destruídas muito rápidas pelas partículas de Si e SiC que ficam no interior dessas ligas. A aplicação de MSDP neste caso permite aumentar de 100 à 300 vezes a vida útil do inserto de corte. Outra área bastante importante é a aplicação das pastilhas nos cortadores de coroas e brocas para poços de petróleo.

O tratamento de materiais por meio de ferramentas de MSDP à base de diamantes deve ser feito com máquinas ferramentas rígidas e de elevada rotação, de modo a garantir velocidades de corte (V) de até 20m/s, o que corresponde a uma rotação de 6000RPM. Com avanço transversal (profundidade) de 2,0mm.

O tratamento de aços e outros materiais ferrosos de difícil usinagem pode ser realizada usando de insertos de cNB (SHUI'ZHENKO e GARGIN, 1989, p.150).

Considerando a soma de todas as características, as áreas de aplicação de policristais de cNB pode ser resumida como apresentada na Tabela 4.

Como observado, a aplicação de insertos e ferramentas à base de cNB está condicionada ao tipo de usinagem. Portanto, para melhor relação custo/benefício, pressupõem-se a aplicação de determinadas marcas de ferramentas de cNB para a usinagem de grandes grupos e classes de materiais a serem tratados.

A capacidade de trabalho das ferramentas na maioria dos casos é determinada pelas condições dos materiais a serem tratados. A presença de metais de elevada agressividade para o BN, tais como o Ti e o Co, gera um aumento no desgaste e uma diminuição na produtividade (NOVIKOV, 2001, p. 283).

Tabela 3. Propriedades físico-mecânicas de alguns materiais policristalinos de cNB.

Propriedades do CNB	Marca Comercial										
	Compósito			Kibo Rit	KTP	BZN Com pax	Ambo rite	Sumilboron		Wurzin	
	01	02	03					BN 100	BN 200	WBN 14	WBNT 18
Dureza Knoop (GPa)	32 38	38	30 38	32,0 36,0	25 33	35 45	28,5	40 45	30 5	28 34	40
Densidade (g/cm ³)	3,31 3,45	3,42 3,50	3,34 3,50	3,20 3,34	--	3,48	3,37	--	4,20	--	--
Res. (GPa)	Comp.	2,25 3,15	4,00 6,50	2,00 4,00	2,6 3,2	--	--	--	--	--	--
	Tração	0,43 0,49	--	0,26 0,35	0,32 0,38	--	--	0,45	--	0,45	--
	Flexão	0,70 0,98	0,68 0,70	1,20 1,50	0,55 0,65	--	--	0,57	--	0,47	--
Módulo de resistência a fratura K _{IC} (MPa.m ^{1/2})	3,7 4,2	10,8 V10N	7,1 V10N	13,5 V20N	14,5 16,1 K20N	8,6 K20N	13,1 V10N	7,0 V5N	6,6 V10N	--	--
Módulo de Young (GPa)	680 720	720	650 780	850 910	--	--	680 720	--	814	--	--
Coefficiente de Poisson	0,6	--	0,15	0,16	--	--	0,22	--	--	--	--
Condutividade de térmica (BTU/m.K)	60 80	85	30 60	100	80	--	110 135	34 38	24 36	--	--
Resistência térmica (W/m.k)	1343 1473	1273 1423	1273 1373	1573	--	--	1273 1473	--	--	--	--

Nos insertos de MSDP à base de cNB, os parâmetros de usinagem para materiais metálicos e poliméricos, alcançam valores de V=16m/s, avanço longitudinal de 0,6mm/rot e avanço transversal (profundidade) de 5mm.

O Brasil ainda não produz as pastilhas de MSDP. O desenvolvimento industrial vai exigir a aplicação de novos materiais para ferramentas. Por essa razão, é positivo que o Brasil adote medidas concretas nesse sentido.

4 OS MATERIAIS SUPERDUROS DESENVOLVIDOS NO BRASIL

Desde 1997 a UENF vem desenvolvendo pesquisas na área de materiais superduros, principalmente os diamantes sintéticos (BOBROVNITCHII, SKURY e RAMALHO, 2001, p. 51). Com a acumulação de pó de diamante obtidos numa quantidade equivalente a 10.000 quilates, foi possível realizar a produção de materiais compósitos adiamantados. Por causa da ampla utilização nos últimos anos dos compósitos a base de diamante com carbetos de silício, foi decidido realizar as pesquisas relacionadas com este material, de modo a possibilitar a obtenção desses materiais no Brasil (BELTOUR, 1975), (BROOKES, HARRIS e AL WATBON, 1997, P. 51).

Tabela 4. Áreas de aplicação racional de MSDP a base de CNB.

Material	Áreas de Aplicação
Amborit	Usinagem contínua e descontínua de aços ligas de alta dureza, ferro fundido, tarugos (60HRc) e materiais de tratamento difícil.
Sumilboron BN100 BN200	Tratamento de aços, ferro fundido e superligas a base de Ni e Co. Usinagem contínua e descontínua de aços e ferros fundidos tratados termicamente.
Wurtzin WBN T18	Usinagem de aços com dureza até 60HRc.
Compósito 01	Substituição da retífica para aços alta dureza e ferros fundidos.
Compósito 10	Usinagem contínua e descontínua de aços a alta dureza, metais duros com teor de Co superior a 15%, aços de estrutura austenítica e aços com revestimentos de alta dureza.
KTP	Substituição da retífica em materiais a base de ligas de Ni.
Kiborit	Usinagem contínua e descontínua de aços de alta dureza, ferros fundidos, e recobrimentos à base de Ni, Fe e Co.

A estrutura de tais compósitos representa, via de regra, o conjunto com 80-90% de pó de diamante entre as quais ficam o carbetos de silício e silício que não reagiu com nenhum outro elemento (NOVIKOV, 2001, p. 283). Para elevar a vida útil, segundo nossas determinações, é necessário entender o que ocorre com o silício que não reagiu com o carbono. Obviamente o silício livre causa o aparecimento de altas tensões internas nas amostras durante a etapa do resfriamento na sinterização. Isso deve-se ao aumento de volume do silício.

Numa patente (BOVENKENK, 1993) foi oferecido um método para obtenção de compactos densos termoresistentes com condutividade elétrica baseado na hipótese da penetração do silício dentro da massa de pó de diamante compactado.

No presente estudo foi realizado a sinterização pela penetração do silício no interior do compacto, de modo a elevar a resistência mecânica do mesmo. Isso foi feito como um exemplo da possibilidade de se produzir no Brasil os MSDP.

5 METODOLOGIA

O processo de sinterização foi executado em uma prensa hidráulica de 2500 toneladas de força equipada com dispositivo de alta pressão do tipo bigorna com superfície de trabalho toroidal e concavidade central com 30mm de diâmetro (VERESTSHAGIN E KHVOSTANTSEV, 1974). Com este conjunto é possível a utilização de uma célula de reativa de 16mm de diâmetro. O esquema da célula de reativa está apresentado na Figura 1.

A pressão foi calibrada em função das transformações de fase do Bi I-II (2,55GPa), PbSe (4,23GPa) e Bi VI-VII (7,7GPa). Através da relação entre a pressão no cilindro principal da prensa e a pressão no interior da câmara de compressão foi construído o gráfico da calibração da pressão. A temperatura foi medida com a utilização do termopar Pt/Pt-10%Rh em função da corrente elétrica aplicada para a geração do calor no interior da câmara de compressão.

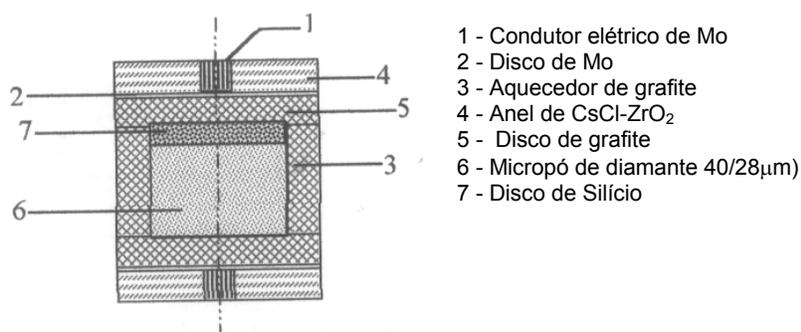


Figura 1. Esquema da célula reativa.

Os experimentos foram executados obedecendo a seguinte ordem:
Compactação do pó de diamante (40/28 μ m) a frio e variando a pressão de 3,0 até 9,0GPa.

Aquecimento da célula sob temperatura 1713K durante 30 segundos.

Desligamento do sistema de aquecimento.

Redução lenta da pressão até a pressão ambiente.

Desmontagem da célula e retirada da amostra.

Retífica dos topos da amostra.

Determinação da microdureza Knoop nos topos da amostra utilizando indentador de diamante com carga 9,8N.

Execução dos ensaios para determinação da resistência ao desgaste. Para esta etapa foi utilizado um disco de corte abrasivo de Al₂O₃, sendo feita a pesagem das amostras e do disco antes e depois de cada teste.

Cálculo do coeficiente de resistência ao desgaste é feito através da relação entre a perda de massa da amostra (ΔM_C) e o disco abrasivo (ΔM_D). Para os cálculos foi utilizada a relação apresentada abaixo.

$$n = \frac{\Delta M_C}{\Delta M_D} \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg}} \right) \quad (1)$$

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após os experimentos foram obtidas 32 amostras do material compósito com as seguintes dimensões: 12mm de diâmetro e 5mm de altura. Os resultados dos experimentos estão apresentados nas figuras 2 e 3.

A análise da influência da pressão de sinterização indica que para valores acima de 6,5GPa não são encontradas variações significativas nas propriedades mecânicas. A microdureza atinge o valor máximo de 52 \pm 3GPa e, com o aumento da pressão, tende a permanecer constante. O mesmo comportamento é observado para o coeficiente de resistência ao desgaste, o qual tende a ser manter constante em 2,9 \pm 0,3 mg/kg para valores da pressão acima de 6,5GPa. Deve ser ressaltado que estes resultados são válidos especificamente para a granulometria e valores de tempo utilizados no presente trabalho. Segundo SHULZHENKO e GARGIN (1989,

p.150) o valor da superfície específica dos grãos de diamante, assim como o valor do diâmetro médio dos poros criados durante o processo de sinterização do micropó de diamante, não apresentam variações significativas para pressões acima de 6,0GPa. Esta observação corrobora para validação dos resultados aqui obtidos. Com o aumento da pressão na câmara de compressão do dispositivo de alta pressão ocorre a diminuição a porosidade do micropó compactado e, conseqüentemente, observa-se a diminuição do teor da fase do carbeto de silício e aumento da fase diamante nas amostras do compósito produzido. Este fato foi comprovado pelas análises de raios-x, onde foi determinado que nas amostras sinterizadas em pressões acima de 6,5GPa o teor de SiC é constante e aproximadamente igual a 23,5% (em massa).

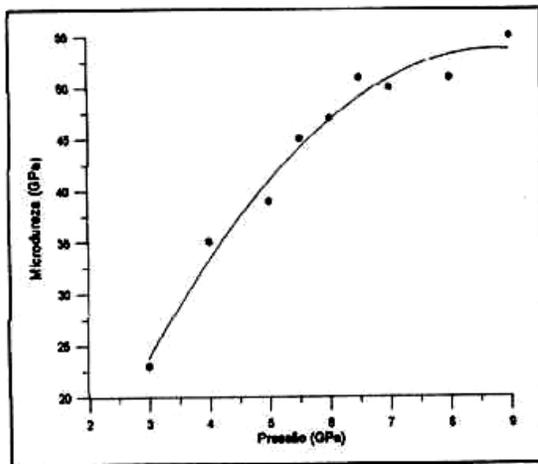


Figura 2. Dependência da microdureza Knoop do compósito diamante-SiC pela pressão de sinterização.

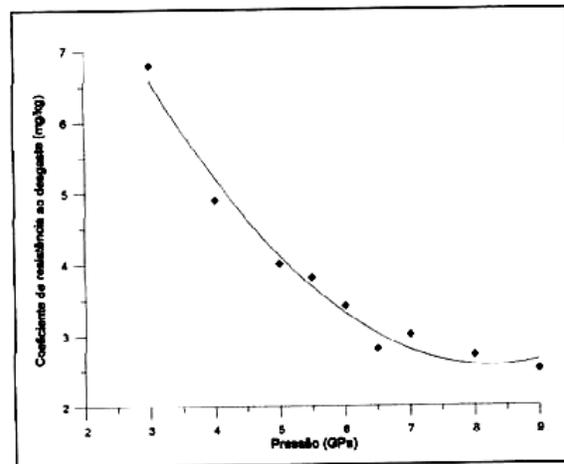


Figura 3. Dependência do coeficiente de resistência ao desgaste do material compósito "diamante-SiC" pela pressão de sinterização.

7 CONCLUSÃO

A análise da produção mundial dos MSDP revelou que há diversidade de pastilhas, de acordo com a utilização. Por essa razão, é observada a falta de definição das áreas de aplicação e tipos de ferramentas a serem necessárias a indústria Brasileira. Isto é uma questão em aberto para pesquisas futuras;

- Os resultados experimentais preliminares mostraram que existe a possibilidade de desenvolver no Brasil a produção de pastilhas de MSDP via altas pressões, tanto do ponto de vista da preparação dos especialistas qualificados quanto da metodologia a ser empregada;
- Foi mostrado que as pastilhas obtidas a base de "Diamante-SiC" possuem as propriedades se assemelham as que são produzidas comercialmente;
- Foi estabelecido, para as condições deste trabalho, um valor mínimo para a pressão de sinterização para o qual é possível a produção de um material compósito policristalino de duas fases (diamante e SiC) com elevadas propriedades mecânicas. Este valor mínimo da pressão (6,5GPa) servirá como a referência para seleção do tipo e dimensões da câmara de compressão de dispositivo de alta pressão.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPERJ pelo suporte financeiro (processo E-26/171.352/2001)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. OWENS, C. Industrial Diamond: Applications, Economics and View to the Future. **IDR**, N° 30, pp. 176-182, 2000.
2. BOBROVNITCHII, G. S.; SKURY, A. L. D. Algumas Considerações Sobre a Produção Mundial de Materiais Superduros. In: **55° Congresso da ABM 2000**, Rio de Janeiro, Vol. 1, 2000, pp. 1522-1531.
3. VERESCHAGIN L. F. Diamantes Sintéticos e Hidroextrusão. **Obras Seleccionadas**. Ed. Nauka, Moscou, p. 328, (em Russo).
4. Patente da URSS 329760, C01 B31/06. O Método de Obtenção do Diamante Policristalino. Vereschagin L. F., Yakovlev E. N., Slesarev V. N. et al, publ. 05.11.1977, bul. N°1.
5. MUSIKANT,S.; SULLIVAN, R.; HALL, K. Impact Resistance of Single Crystal and Polycrystalline Man Made Diamond. High Pressure Science and Technology **Proceeding of the 6th AIRAPT Conf**. Boulder, July 25-29, 1977, 2, pp.549-558.
6. **Properties of Diamond**. Ed. by J. E. Field, London, Acad. Press, 1979, p. 634.
7. POPE, B. J.; NORTON, M. D.; HALL, H. T. Megadiamond, a New Superhard Materials. Congress American Ass. Tec. of Diamond, Scottail, Arizona, 1972, V.1, pp. 390-401.
8. BAILEY, M. W.; BEX P. Syndite In Der Stainbearbeitung. **Industrie Diamante Rundsch**, 13, N2, S.189, 1979.
9. BEX, P. A.; ROBERTS, D. C. The Five Grades of Syndite – Their Physical Properties and Cutting Performances. **IDR**, pp. 1-7, January 1979.
10. Europatent N° 0116403, ICL B24 D 3/4, C 09 K 3/14. “An Abrasive Article”, C. Phaal, Pirkin N. J., Burnand R. P., Publ. 22.08.84.
11. BELTOUR, A. M. Amber Boron Nitride Metalworking Applications. **Beers Technology Service Center**, London, UK, 1975.
12. KARIUK, G. G.; KOLOMIETS, I. P., Compósitos 01 e 02 – Um Novo Material Superduro. **Porochovala Metalurgia**, v.10, pp. 102-105 (em Russo), 1973.
13. KLIMENKO, S. A., **Cutting Tools of Superhard Materials, Advanced Ceramics Tools for Machining Application** – 2 Ed. by I. M. Low and X. S. Li, Switzerland: Trans. Tech. Publ., pp. 1-66, 1966.
14. IRIE, T. New Development In Ind. Diamond of Japan. **ISM**. N 3162, p. 5, 1999.
15. Daniel, P. The Diamond Tool in Europe. **IDR**, pp. 424-433, Nov. 1980.
16. Cutting Tool Engineering, 1990, N2, p. 62.
17. NOVIKOV, N.V. **Materiais para Ferramentas**. Ed. Naukova Dumka. Kiev, p.283, 2001.
18. Patent France 2144426. “Cubic BN and Sintered Carbide Based Abrasive Bodies and Method of Manufacturing There of”, 1978, R. N. Wentorf.
19. BROOKES, E.; HARRIS, T. K.; AL WATBON, A. The Determination of the Static Flow Stress of Polycrystalline Diamond – SYNDAX 3, **IDR**. N2, pp. 51-55, 1997.
20. Patent USA N° 5266236, ICL H01 B1/04. “Thermally Stable Dense Electrically Conductive Diamond Compacts”, H. B. Bovenkenk. Publ. 30.11.93.
21. BOBROVNITCHII, G. S.; SKURY, A. L.; RAMALHO, A M. Tendências no Desenvolvimento das Tecnologias de Produção dos Materiais Superduros no Brasil. **Anais do 56° Congr. da ABM**, B. H. - MG, Vol. 1, pp. 50-59, 2001.
22. SHULZHENKO, A.; GARGIN, V. G., **Os materiais policristalinos à base dos diamantes**. Ed. **Naukova Dumka**, Kiev, p.150 (em Russo), 1989.
23. L.F. Verestshagin, L. G. Khvostantsev. Patente USA N° 3854854, Icl B30 11/32. High pressure producing apparatus. Publ. 17.12.74.

TOOLS CUT MADE OF POLYCRYSTALLINE SUPERHARD MATERIALS: AN ANALYZE OF THE DEVELOPMENT PRODUCTION⁽¹⁾

Gueroold S. Bobrovnitchii⁽²⁾
Marcello Filgueira⁽³⁾
Alan M. Ramalho⁽⁴⁾
Elisa do Nascimento Nunes⁽⁵⁾

Abstract

The polycrystalline superhard materials (PSM) made of synthetic diamond and cubic boron nitrite can be used at several applications, means at tools industries. The complete analyzes shows that each kind of PSM has a range narrow application, if we take into account the efficient use of tools makes with these materials. However, due few experience at use the polycrystalline superhard materials, the fields of applications else were not definite. Thus, at Brazil the actives of implantation PSM inserts are in initial faze. It can possibility the Brazilian production development these materials. At present works, the PSM were classified and analyzed with objective define the way to future searches. It was achieved the sintering powders diamond mixture with silica, to show that is possible to fabricate PSM at Brazil. To obtain 32 specimens of "diamond-SiC" composite, with dimension of height 5mm and diameter 12mm, was used pressure among 3,0 up to 9,0GPa, temperature up to 1723K, under time 30s. The specimens obtained has been properties mechanical satisfactory.

Key-words: High pressure; Diamond; Polycrystals; Cut tools.

(1) 60° Congress of ABM, Belo Horizonte - MG, jully 25-28 of 2005.

(2) Ph.D., Head of Department Superhard Materials, Laboratory of Advanced Materials, Northern Fluminense State University.

(3) D.Sc., Professor of Department Superhard Materials, Laboratory of Advanced Materials, Northern Fluminense State University.

(4) D.Sc., Engineer of Department Superhard Materials, Laboratory of Advanced Materials, Northern Fluminense State University.

(5) Undergraduate Engineering Student of Department Superhard Materials, Laboratory of Advanced Materials, Northern Fluminense State University