

DESEMPENHO DA FERRAMENTA EQUIPADA COM PASTILHA DE wBN DURANTE ENSAIOS DE USINAGEM

Guerold Bobrovnitchii, guerold@uenf.br¹
Ana Lúcia Diegues Skury, lucia@uenf.br¹
Marcello Filgueira, marcello@uenf.br¹
Rômulo Crespo Tardim, romulo.tardim@gmail.com¹

¹Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, Av. Alberto Lamego, 2000 - Campos dos Goytacazes – RJ, CEP 28013-600.

Resumo: *Um dos caminhos que leva ao desenvolvimento de um ferramental universal para tratamento de materiais ferrosos é o policristal a base de nitreto wurtzítico de boro (wBN), produto da transformação do nitreto hexagonal de boro sob altas pressões dinâmicas. Os policristais a base deste material obtidos em condições de altas pressões (acima de 6,0 GPa) e altas temperaturas (acima de 1600° C) possuem propriedades diferentes do cBN, obtido a partir do nitreto de boro esfalerítico, dentre as quais se destaca a alta condutividade térmica. Na UENF, com base na metodologia de sinterização do cBN, foi desenvolvida a tecnologia de produção de pastilhas de wBN, utilizando a pressão de 7,7 GPa e a temperatura de 1800° C, com tempo de 30 s. Foram obtidas pastilhas cilíndricas com 4,8 mm de diâmetro e 3,8-4,2 mm de altura, e granulometria da microestrutura fina de 1,0 µm. Os ensaios de usinagem foram realizados com a utilização de uma barra cilíndrica do aço AISI 4140 temperado até 60 HRC com um rasgo de chaveta ao longo do seu perfil, preenchido por um cordão de solda do aço AISI 4340, o que caracteriza o processo de usinagem como descontinuo. Os parâmetros adotados foram: velocidade de corte de 15 até 150 m/min, avanço de 0,1 mm/rot e profundidade de 0,3 mm. A vida útil média das pastilhas foi de 60-100 min, produzindo uma superfície com rugosidade Ra = 0,63. O processo de afiação da ferramenta foi repetido 11 vezes, o que destoa bastante do usual.*

Palavras-chave: *alta pressão, sinterização, nitreto wurtzítico de boro, pastilhas, usinagem*

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento e aplicação de novos materiais de construção para a indústria moderna, a intensificação da procura por processos mais eficientes de usinagem de metais, e o aumento das exigências quanto a precisão e qualidade das peças usinadas implica na demanda por novos materiais para ferramentas que possam garantir o corte com esforços minimizados, e com vida útil e resistência ao desgaste maximizadas.

A universalização das propriedades de qualquer material ferramental é uma questão muito importante. Precisamente, a solução desta tarefa está ligada com a busca por matérias superduros para uso universal. Mas isto não funcionou e cada material superduro achou sua área de aplicação (Gielisse, 1965; Tani, 1975).

Um dos caminhos que leva ao desenvolvimento do material ferramental universal somente para usinagem de aços e materiais ferrosos de alta dureza é o policristal ou compósito a base de nitreto wurtzítico de boro (wBN). Este material é obtido na forma de micropó pela aplicação de alta pressão dinâmica a partir do nitreto hexagonal de boro (hBN) (Dremin, 1967).

Para obtenção de policristais de wBN são utilizadas as altas pressões até 8,0 GPa e altas temperaturas até 1800° C. As dimensões das pastilhas obtidas industrialmente em conformidade com esta tecnologia não ultrapassam o diâmetro de 20 mm e altura de 8 mm. Estes compósitos possuem, além de alta dureza, deformabilidade aumentada. Por este motivo a ferramenta de corte feita destes compósitos se diferencia pela viscosidade relativamente alta com alto nível de inércia química na zona de contato com diversos metais e não-metais além da alta condutividade térmica (Frantsevitch, 1983; Shipilo, 1986; Trefilov, 1977).

Para wBN é característica a estrutura dispersa cristalina fechada (Primatchuk, 1983; Solozhenko, 1993). Os tamanhos das partículas de fase básica são menores que 1,0 µm, as inclusões e fases criadas – 10 a 15 µm. E ainda, durante a sinterização, parte de wBN transforma-se em fase esfalerítica (CBN). Isto possibilitou obter os materiais ferramentais com propriedades ainda não encontradas que abriram grandes possibilidades de melhoramento das tecnologias de tratamento mecânico em indústrias de máquinas e construção de aparelhos (Herzog, 1977; Kariuk, 1989; Norihiko, 1979).

A experiência acumulada (Kariuk, 1989; Trefilov, 1977) mostrou que para o aumento da produtividade e aumento da qualidade das superfícies das peças importantes de materiais de difícil tratamento durante a fabricação das máquinas é necessário substituir a retificação pela usinagem com auxílio de ferramentas de corte a base de wBN, marca comercial Hexanite-R (Bobrovnichii, 2005).

Estudos realizados no mundo inteiro e na Universidade Estadual do Norte Fluminense (Bobrovnichii, 2005) relacionados com a obtenção e exploração de ferramentas equipadas com pastilhas de wBN mostraram que a sua utilização permite:

- Aumento da produtividade em comparação com a retífica em 2 a 4 vezes;
- Substituição do metal duro nas operações de torneamento final e semi-final, com aumento da produtividade em torno de 5 vezes;
- Diminuição da rugosidade da superfície tratada até Ra 0,08 μm e precisão de alto nível;
- Eliminação da necessidade de operações de retificação;
- Tratamento de superfícies montadas de elementos de alta dureza;
- Diminuição dos gastos com energia elétrica;
- Melhoria das condições de trabalho (ausência de líquido refrigerante, abrasivos etc.).

Neste trabalho pretende-se mostrar as tentativas do Setor de Materiais Superduros (SMSD) da UENF na obtenção deste tipo de material em condições de altas pressões e temperaturas, os ensaios de usinagem dos produtos obtidos, e perspectivas de sua utilização no Brasil.

2. METODOLOGIA

2.1. Obtenção das Pastilhas de wBN

A matéria-prima principal foi o micropó de wBN com granulometria na faixa entre 0,08 e 0,1 μm oferecido pelo Instituto de Materiais Superduros, Ucrânia. O pó foi previamente compactado sob a pressão de 800 MPa e montado dentro da cápsula deformável do dispositivo de alta pressão tipo bigorna toroidal com concavidade central de 13,5 mm de diâmetro (Koltchin, 1972). A sinterização foi realizada na prensa com 630 toneladas de força, modelo DO138B (Ryazantzhpressmash, Rússia). Os parâmetros da sinterização foram os seguintes: pressão de 7,7 GPa, temperatura de 1800° C, e tempo de 30 s. Depois da sinterização as pastilhas foram limpas quimicamente e retificadas na superfície lateral e, em seguida, nas extremidades. As pastilhas obtidas possuem o formato cilíndrico e as seguintes dimensões: diâmetro de 4,2 a 4,8 mm, e altura de 3,8 a 4,2 mm. As amostras foram submetidas a ensaios para determinação de densidade, dureza e resistência à compressão para selecionar as melhores amostras para os ensaios de usinagem. Junto com as pastilhas de wBN foram testadas pastilhas de Ambrorite (Byrne, 2003) e metal duro (WC+8p.%Co).

2.2. Ensaios de Usinagem

As pastilhas de wBN foram brasadas em um suporte de aço AISI 4140 e em seguida passaram pelo processo de afiação. As ferramentas de corte à base de pastilhas de wBN então obtidas são apresentadas esquematicamente na Fig.(1), e na fotografia da Fig. (2). Os índices geométricos de ferramentas aplicadas ao estudo são apresentados na Tab. (1). Pode-se observar que foram utilizados dois valores para cada ângulo da ferramenta.

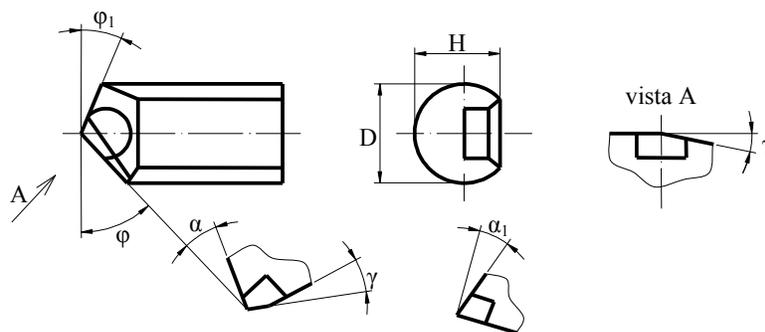


Figura 1. Geometria da ferramenta de corte à base de wBN.

Como até o momento nos trabalhos da UENF não foram definidos os valores de geometria das ferramentas a base de wBN, foi realizada a tentativa de avaliação da sua influência sobre o desgaste (VB) no ângulo traseiro. Além disso, os ensaios de usinagem incluem o torneamento da peça com uma descontinuidade de material gerado pelo preenchimento de um cordão de solda em um rasgo de chaveta, afim de avaliar a capacidade das ferramentas na usinagem com impacto.

Tabela 1. Dados geométricos das ferramentas de wBN utilizadas.

Ângulo frontal	α	5 ou 15°
Ângulo de alívio	α_1	10°
Ângulo de saída	γ	0 ou -10°
Ângulo principal	φ	20 ou 45°
Ângulo auxiliar	φ_1	15 ou 20°
Raio de quina	r	0,3 mm
Diâmetro do cortador	D	8,0 mm
Diâmetro da pastilha	d	4,0 mm
Altura do bedame	H	6,5 mm



Figura 2. Fotografia das ferramentas de wBN utilizadas nos ensaios de usinagem.

Na condução dos ensaios de corte foi utilizado o torno marca Romi – Tormax 20A. A geometria das amostras torneadas é apresentada no desenho da Fig. (3). Tais amostras foram temperadas até a obtenção de dureza 48-52HRC para um grupo de amostras e 58-60HRC para outro grupo.

As amostras consistem de barras cilíndricas de aço AISI 4140 nas quais foram feitos rasgos. Pois as dificuldades do conserto das peças das máquinas de grande porte estão ligadas com a usinagem posterior da parte soldada que apresenta a não uniformidade do material da solda e dureza aumentada nesta região. Os rasgos foram posteriormente preenchidos por cordões de solda, sendo o aço AISI 4340 o metal de adição.

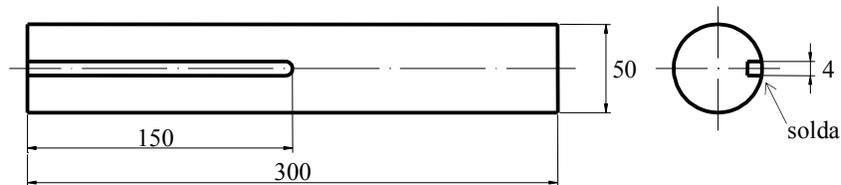


Figura 3. Desenho geométrico das amostras de aço AISI 4140.

Os ensaios de corte foram realizados de acordo com as seguintes condições:

- velocidade de corte, V_c , de 15 a 150 m/min (para algumas amostras até 300 m/min);
- avanço longitudinal, f , de 0,1 mm/rot;
- profundidade de corte, a_p , de 0,3 mm;
- líquido refrigerante: emulsol;
- O desgaste admissível da ferramenta foi definido como um VB não maior que 0,4 mm.

Os parâmetros de avanço e profundidade foram escolhidos com base em trabalhos desenvolvidos anteriormente (Bobrovnichii, 1997).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No início dos ensaios foram testados os parâmetros geométricos das ferramentas com o objetivo dar prosseguimento aos estudos fazendo uso da melhor geometria, e regimes de usinagem iguais (velocidade de corte, avanço longitudinal e profundidade de corte).

Conforme pode ser visto no gráfico da Fig. (4), a mudança da grandeza do ângulo principal φ não influencia muito sobre a resistência ao desgaste da ferramenta. Mas do ponto de vista do comportamento da força, principalmente a

radial, se fazem necessários futuros estudos complementares, pois há evidências de desgaste radial na utilização de $\phi=45^\circ$, a partir de 120 minutos de teste.

Do gráfico da Fig. (5) pode-se observar que o valor otimizado para o ângulo auxiliar ϕ_1 fica próximo a 15° , promovendo menor desgaste da ferramenta. O aumento do ângulo ϕ_1 leva aos efeitos análogos aos ocorridos na discussão anterior para ϕ .

A mudança do ângulo de incidência α influencia significativamente sobre a resistência da ferramenta, conforme mostra a Fig. (6). Pode ser visto que com o aumento de α de 5 para 15° , a resistência ao desgaste da ferramenta aumenta quase em 2,5 vezes. É possível que um aumento de α conduza a um rápido desgaste do vértice da ferramenta, via aumento da área de contato e coeficiente de atrito.

Da análise do gráfico da Fig. (7) pode ser concluído que para aumentar a resistência da ferramenta, é racional fazer o ângulo de inclinação frontal γ o menor possível. Foi observado que o aumento do valor negativo (-) provoca a formação de cratera na face frontal, devido à mudança do comportamento do cavaco.

É bem conhecido que o uso de altas velocidades de corte é um fator positivo do ponto de vista da obtenção de qualidade de superfície otimizada. Por esta razão, foram realizados ensaios para determinar a influência do desgaste sobre a rugosidade superficial. Os ensaios foram realizados sob $V_c = 60$ m/min, $a_p = 0,3$ mm, e $f = 0,1$ mm/rot.

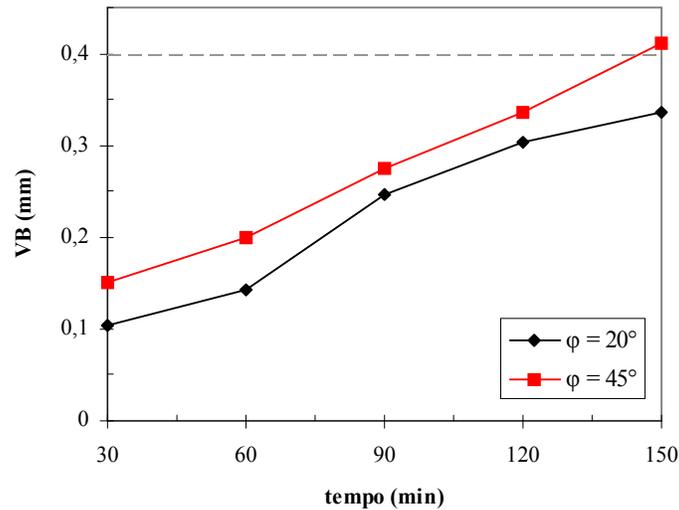


Figura 4. Influência do ângulo principal no plano da ferramenta sobre a sua resistência ao desgaste.

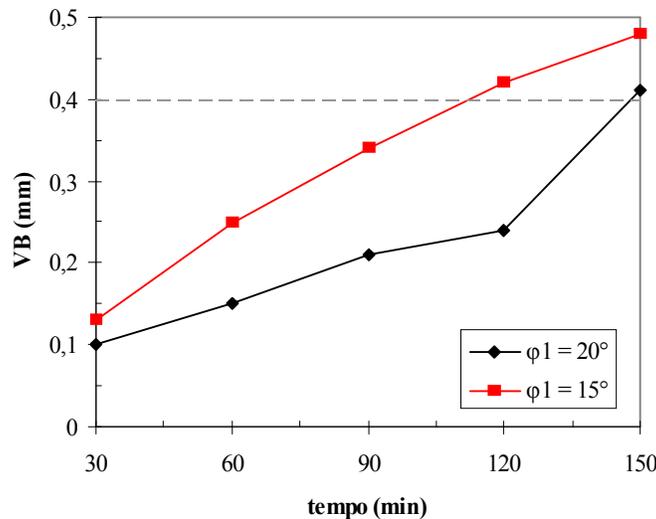


Figura 5. Influência do ângulo auxiliar no plano da ferramenta sobre a sua resistência ao desgaste.

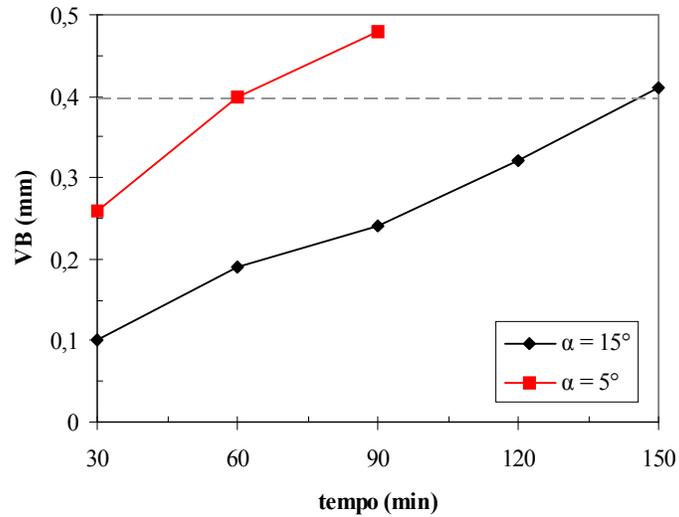


Figura 6. Influência do ângulo traseiro de abertura da ferramenta sobre a sua resistência ao desgaste.

A rugosidade da superfície usinada depende marcadamente no embotamento da ferramenta. Conforme pode-se observar do gráfico da Fig. (8), a grandeza da rugosidade da peça usinada inicialmente apresenta um aumento não significativo, depois estabiliza-se, mantendo constante a taxa de desgaste da ferramenta, para a rugosidade da peça de aproximadamente $2\mu\text{m}$. Ao atingir o desgaste da ferramenta em aproximadamente 0,4 mm, ocorre a diminuição da qualidade do acabamento da superfície usinada, e o desgaste cumulativo anterior da ferramenta conduz a uma perda parcial da afiação, com possível alteração de ϕ , e pelo aparecimento de vibrações geradas pelo aumento da componente radial da força de corte, durante o embotamento da ferramenta. A rugosidade das superfícies tratadas pelas ferramentas de wBN corresponde à classe $\nabla 9$ de acabamento superficial, ou seja, pode substituir a operação de retífica.

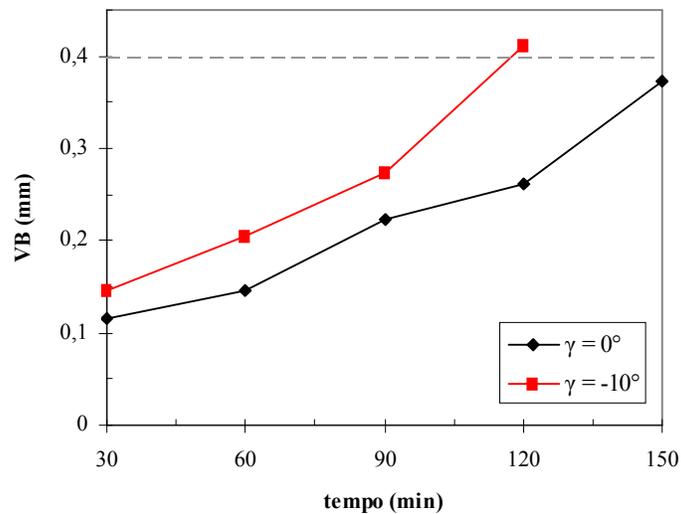


Figura 7. Influência do ângulo de inclinação frontal sobre a sua resistência ao desgaste.

Para os ensaios posteriores, foram escolhidos os seguintes valores para a geometria da cunha de corte: $\phi = 20^\circ$; $\phi_1 = 15^\circ$; $\alpha = 15^\circ$; $\gamma = 0^\circ$.

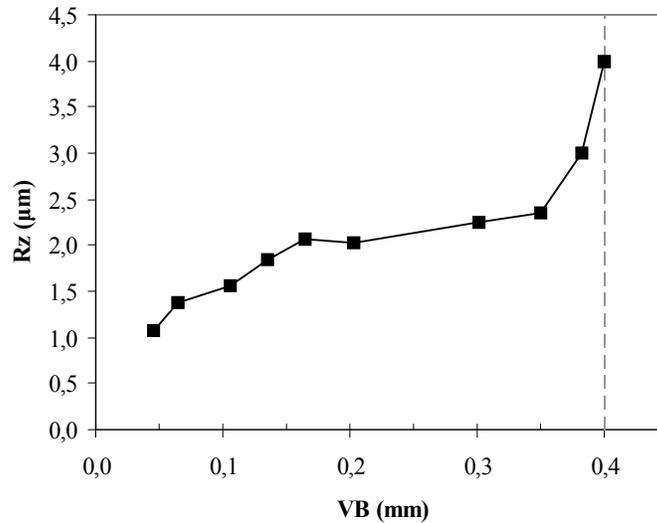


Figura 8. Dependência entre a rugosidade da superfície usinada e o desgaste da ferramenta em relação ao flanco principal.

Para avaliar a capacidade da ferramenta à base de wBN, em confronto com as ferramentas à base de metal duro (WC+8p.%Co) e Amborite, foi feita usinagem do aço AISI 4140 com dureza 52HRC, mediante uso dos mesmos parâmetros geométricos e de corte para as três ferramentas, conforme pode ser visto na Fig. (9). Pode-se observar que a wBN apresenta um tempo de vida da ordem de 5 vezes superior ao do metal duro, para um padrão de desgaste muito inferior. O wBN apresentou tempo de vida 30% superior ao da amborite (Byrne, 2003), para uma taxa de desgaste 10% inferior.

Os estudos realizados com wBN na usinagem das peças feitas de aços AISI 4140 (48 HRC), mostraram que tal ferramenta pode ser utilizada nas operações de usinagem de precisão, com garantia da rugosidade na qualidade superficial da classe $\nabla 7$ - $\nabla 8$.

É interessante a observação do fato de que os estudos aqui apresentados foram conduzidos com velocidade de corte nunca utilizada com as ferramentas de metal duro. Graças às suas propriedades físico-mecânicas, as ferramentas de wBN permitiram a usinagem de aços temperados (velocidade de corte de 90-150 m/min.), ferro fundido temperado (150-200 m/min.) e metal duro (aproximadamente 50 m/min.). Além disto, a profundidade de corte pode variar de 0,05 até 2,0 mm (Karyuk, 1989).

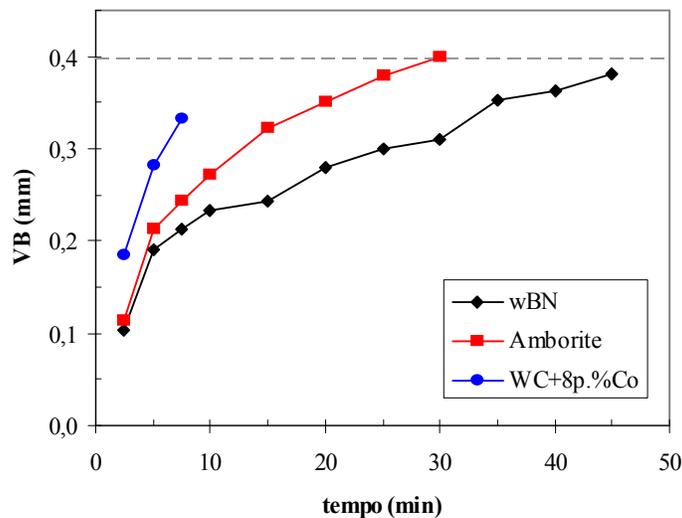


Figura 9. Dependência entre o desgaste e o tempo de usinagem para três tipos de ferramentas.

A resistência ao desgaste da wBN entre afiações pode atingir, para aços de alta temperatura, 90 minutos, e para aços de temperatura média, 150 minutos.

Outra característica importante da wBN é a capacidade de trabalhar em condições de cargas de choque, o que possibilita a sua utilização nas operações de semi-acabamento, e de acabamento final, durante a usinagem de superfícies intermitentes. Por este motivo, as ferramentas de wBN podem ser utilizadas com sucesso na recuperação de peças desgastadas, revolvidas por soldagem.

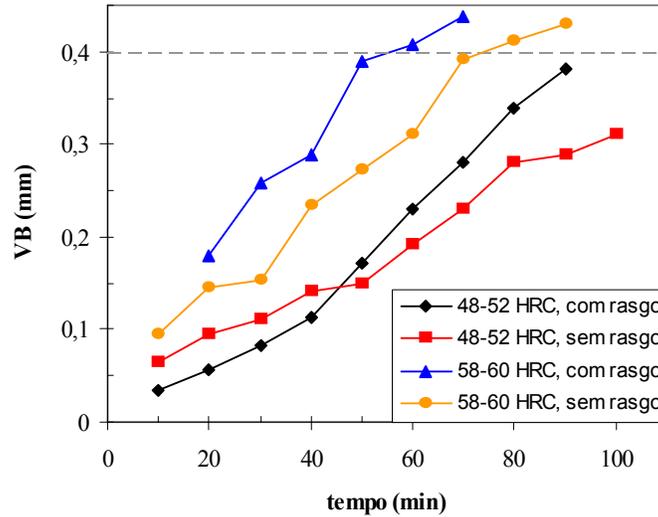


Figura 10. Dependência entre o desgaste da ferramenta de wBN e o tempo de usinagem, para amostras de aço temperados com e sem ranhura.

Da Fig. (10) observa-se o marcante efeito, estudo original, da ranhura na usinagem dos aços em questão. Pode-se analisar que o efeito do batimento tangencial da ferramenta produz forte aumento na taxa de desgaste da ferramenta, para o aço de dureza mais elevada. Contudo, a wBN comporta-se muito bem, do ponto de vista de sua taxa de desgaste, na usinagem do aço de dureza 48-52 HRC, onde a influência da ranhura só se faz marcante para tempos de usinagem contínua superiores a 70 minutos. Fato extremamente relevante para a usinagem de peças com orifícios, fendas, e ranhuras em geral.

Durante a usinagem externa do eixo de aço AISI 4140, dureza 58-60 HRC, com ranhura longitudinal de 4 mm de largura, a vida útil da ferramenta foi de 60 minutos até a obtenção de desgaste VB = 0,4 mm, conforme ilustra a Fig. (10). Pode-se, também, observar que para o mesmo aço ranhurado, dureza 48-52 HRC, o tempo de vida cresce em 30% para um desgaste próximo a VB = 0,35 mm.

A influência da velocidade de corte intermitente sobre outros parâmetros tais como tempo e distância de corte são apresentadas a seguir.

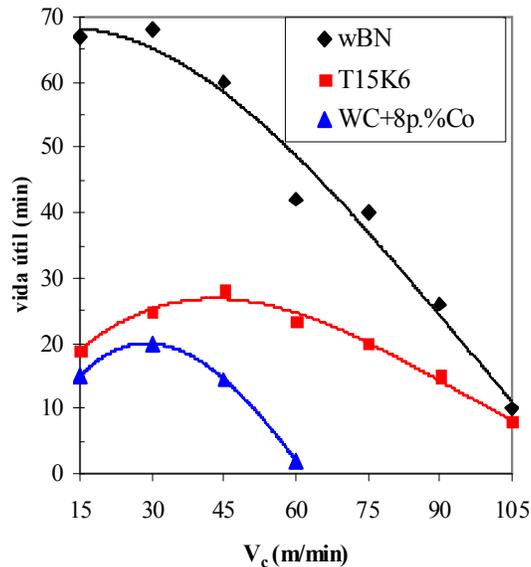


Figura 11. Dependência entre velocidade de corte intermitente e vida útil das ferramentas a base de wBN, metal duro (WC+8p.%Co) e T15K6 (WC+15p.%Ti+6p.%Co).

Na Figura (11) é apresentada a relação de dependência entre a velocidade de corte e a vida útil do wBN e mais dois materiais ferramentais a base de metais duros. Como pode ser observado, a vantagem apresentada pelo wBN é grande sob as velocidades de até 75 m/min.

A influência da velocidade de corte sobre a distância de corte pode ser observada na Fig. (12). A análise nos mostra que para diferentes velocidades de corte, variando entre 25 e 150 m/min, o melhor desempenho acontece sob a velocidade de 100 m/min. Comparativamente, seu desempenho é bastante superior à ferramenta equipada com metal duro. O ponto ótimo do wBN propicia a execução mais rápida do serviço, além de requerer menos paradas para substituir a ferramenta já que é capaz de cobrir distâncias maiores.

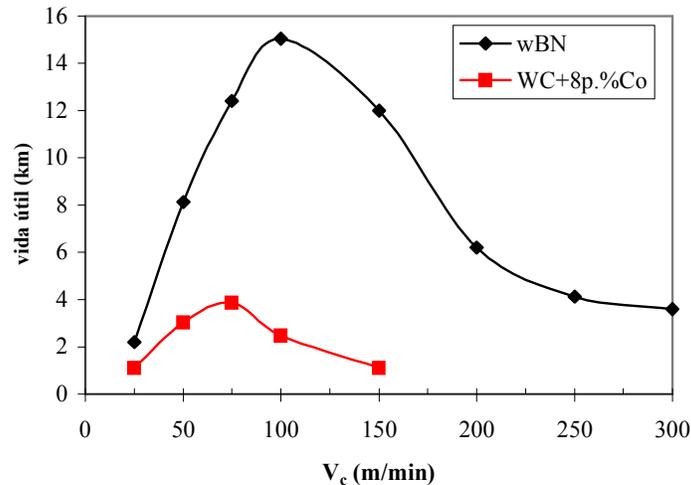


Figura 12. Influência da velocidade de corte sobre a distância de corte durante o torneamento do aço endurecido AISI 4140, para avanço de 0,07 mm/rot e profundidade de corte de 0,2 mm.

Na Figura (13), em um confronto com o material comercial Amborite (New developments for Amborite PCBN, 1999), a pastilha de wBN mostra regularidade em seu comportamento sob os parâmetros de corte $V_c = 80$ m/min, $f = 0,02$ mm, $a_p = 0,1$ mm/rot. O desgaste do gume é praticamente linear em função do tempo, ao passo que a pastilha de Amborite se desgasta mais rapidamente conforme o teste decorre. Adicionalmente, sua vida útil (wBN), considerando que o desgaste admissível é menor que $VB=0,3$ mm, é superior em quase 5 vezes.

Desta forma, a produção experimental no Brasil de pastilhas de wBN dá esperanças de que suas propriedades não irão oscilar durante a fabricação industrial. Apesar disso, é necessário continuar os ensaios sobre os mecanismos de desgaste predominantes.

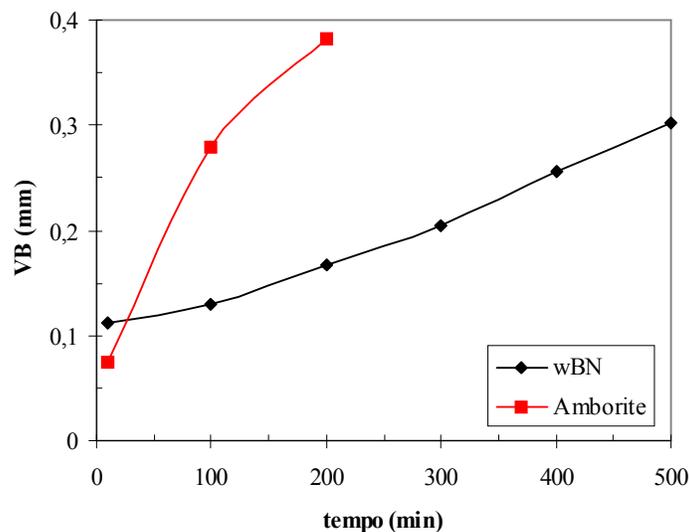


Figura 13. Influência do tempo de usinagem da ferramenta sobre o desgaste, sob condições de $V_c = 80$ m/min, $f = 0,02$ mm/rot e $a_p = 0,1$ mm.

4. CONCLUSÕES

O presente estudo conduziu a resultados interessantes, dos quais podem-se destacar:

1. O material policristalino a base de wBN obtido através de sinterizações sob alta pressão e alta temperatura apresentou algumas vantagens em relação ao metal duro e o material comercial a base de cBN, durante os ensaios de usinagem de aços temperados com dureza a partir de 48 HRC;
2. Os melhores resultados de funcionamento das pastilhas de wBN foram observados na usinagem intermitente de aços temperados;
3. A geometria da ferramenta exerce influência sobre a sua vida útil;
4. A ferramenta a base de wBN apresenta rendimento extremamente satisfatório tanto do ponto de vista do desgaste da ferramenta quanto do acabamento da superfície usinada. Isto lhe confere a possibilidade de substituir a operação de retificação.

5. REFERÊNCIAS

- Bobrovnichii, G., and Filgueira, M., 2005, Study of quenched steels machining with a polycrystalline Hexanite-R cutting tool, *Materials processing technology*, v 170, pp. 254-258.
- Bobrovnichii, G., Bochko, A., 1997, Superhard composites of cubic boron nitride, In: *Anais do 2º Congresso Internacional de Tecnologia Metalúrgica e de Materiais*, v 1, pp. 12-17.
- Byrne, G., Dornfeld, D., Denkena, B., 2003, Advancing cutting technology, In: *Annals of CIRP*, v 52/2, pp. 483-508.
- Dremin, A.N. et al, 1967, The formation of wurtzite-like modification of boron nitride at shock compression, *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, v 172, pp. 1066.
- Frantsevitch, I.N. et al., 1986, O material composto a base de Hexanite, In: *Materiais superduros: síntese, propriedade, aplicação*, Ed. Naukova Dumka, Kiev, pp. 24-28.
- Gielisse, P.J., Grifits, R.D., Pascoe, E.A., 1965, Properties of the cubic form of boron nitride, pt 1, General Electric Co., Metallurgical Products Dep., Detroit, *American Society Bulletin*, vol. 22, n 8, pp. 630.
- Herzog, D.E., 1977, Cutting tools with COMPAX diamond and BZN compact inserts slash production time and lower part cost, *Cutting Tool Engineering*, n 5, pp. 64-66.
- Kariuk, G.G., et al, 1989, As perspectivas da utilização do Hexanite-R em ferramentas para tratamento de engrenagens, *Vestnik Mashinostroenia*, n 2, pp. 50-51 (em russo).
- New developments for Amborite PCBN, 1999, *Ind. Diamond Rev.*, v. 59, Nº 580, pp. 20-21.
- Norihiko, N., Yasuo, N., and Keiji, Y., 1979, Tool wear and cutting temperature of cBN tools of machining of hardened steels, *CIRP Ann.* 28, pp. 23-28.
- Primatchuk, V.L., Bochko A.V., and Oveitian, A.D., 1983, Thermophysical properties of the variable of boron nitride modification, *Powder Metallurgy*, n 8, pp. 80-82.
- Shipilo, V.B., Antchenko, N.G., Makovetskaia, L.A., Papelnik, G.P., 1986, Influence of the sintering conditions on the cubic boron nitride polycrystal properties, *Powder Metallurgy*, n 1, pp. 71-75.
- Shulzhenko, A.A., et al., 1993, Síntese, sinterização e propriedades do nitreto cúbico de boro, Ed. Naukova Dumka, Kiev, pp. 256.
- Solozhenko, V.L., et al, 1993, Thermal phase stabilization of wurtzite boron nitride, *Journal of superhard materials*, n 4, pp. 107-111.
- Tani, E., Somo, T., Savaoko, A., 1975, A stability of wurtzite boron nitride under high pressure, *Journal of Applied Physics*, vol. 14, n 10, pp. 1605-1606.
- Trefilov, V.I., et al., 1974, Hexanite-R is the new superhard material for machining steels and hard cast irons, *J. Synthetic Diamonds*, Kiev, pp. 16-20.

wBN TOOL PERFORMANCE THROUGH MACHINING TESTS

Guerold Bobrovnitchii, guerold@uenf.br¹
Ana Lúcia Diegues Skury, lucia@uenf.br¹
Marcello Filgueira, marcello@uenf.br¹
Rômulo Crespo Tardim, romulo.tardim@gmail.com¹

¹Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, Av. Alberto Lamego, 2000 - Campos dos Goytacazes – RJ, CEP 28013-600.

Abstract. *The search for an universal tool for the machining of steels leads to the polycrystalline wurtzitic boron nitride (wBN), which is a modification of boron nitride under high dynamic pressures. These wBN-based materials sintered under high pressures (over 6.0 GPa) and high temperatures (over 1600° C) have different properties if compared to cBN, mainly the thermal conductivity. Based on the cBN technology, there was developed the wBN inserts sintering methodology at UENF, by using parameters such as 7.7 GPa of pressure, temperature of 1800° C, and 30 s of time. It made possible the obtainment of cylindrical inserts. The research of this tool capacity was carried out at the machining of a quenched AISI 4140 steel. The axial velocity was 0.1 mm/rev, the cutting depth used was 0.3 mm, with a cutting velocity from 15 to 150 m/min. The tool life under machining a steel with roughness Ra (0.63µm) was 60-100 min for the steel with HRC 54. Beside this, it was also carried out a trying to determine the tool life under machining quenched shafts with axial holes, looking for the possibility to substitute the grinding operations in this case.*

Keywords: *high pressure, sintering, wurtzitic boron nitride, inserts, machining*