

REVESTIMENTOS E TRATAMENTOS SUPERFICIAIS APLICADOS PARA BROCAS PARA FURAÇÃO DE CONCRETO

DEVITTE, C.

¹ Instituto Federal Sul-Rio-Grandense (IFSUL) – Venâncio Aires – RS – Brasil

RESUMO

O presente trabalho busca definir, através de uma análise do estado da arte, quais os revestimentos ou tratamentos superficiais indicados para obter o aumento da performance de brocas para perfuração de blocos de concreto, ferramenta largamente utilizada na construção civil, tendo como principal indicador o aumento da resistência ao desgaste deste tipo de produto. Entre as alternativas estudadas estão os revestimentos PVD (*Physical Vapor Deposition*), a Boretção, a Carbonitreção, o DLC (*Diamond Like Carbon*) e a nitreção via plasma. Durante a análise foi considerado como principal requisito a capacidade de resistência a impactos de baixa carga com alta frequência. Ao final, foi possível constatar que o processo de nitreção a plasma pode ser considerado o tratamento superficial mais promissor para esta aplicação, devido a possibilidade de combinação da camada superficial de acordo com a necessidade da peça onde está sendo realizada, sendo o tratamento selecionado para a pesquisa da tese de doutoramento, onde será necessário parametrizar o processo para se obter um produto com as características requeridas.

Palavras-chave: Brocas para furação em concreto; resistência ao desgaste.

1 INTRODUÇÃO

A ferramenta para furação de blocos de concreto pode ser dividida em dois materiais: Aço média liga SAE 4340 para o corpo da ferramenta e metal duro 90W10Cb classe ISO K para a ponta da ferramenta, responsável pela formação das arestas cortantes.

O tratamento superficial, para esta aplicação, tem como objetivo promover um aumento da resistência ao desgaste abrasivo sobre o metal duro, utilizado para incrementar as propriedades mecânicas da aresta cortante da ferramenta, melhorando assim a consistência na furação de blocos de concreto, com resistência de 40MPa, valores adotados para padronização dos blocos de concreto.

Os revestimentos produzidos por PVD (*Physical Vapor Deposition*) são normalmente aplicados em brocas de aço rápido, com espessuras de 3 a 8 μm , para serem utilizados na faixa de temperaturas entre 150°C e 550°C, sendo muito utilizados em ferramentas de corte. São estes revestimentos superficiais que aumentam a dureza das peças, bem como a resistência ao desgaste abrasivo (TASSI 2010).

O principal objetivo deste trabalho visa indicar quais os tipos de revestimentos ou tratamentos superficiais seriam mais apropriados para serem aplicados sobre o metal duro, quais características o tratamento superficial deve ter, de acordo com a exigência do produto, como resistência a alta ciclagem de impactos de baixa carga, alta resistência ao desgaste abrasivo, boa tenacidade e baixa temperatura de trabalho.

Na Figura 1 segue a imagem do produto analisado, com as principais dimensões observadas, o formato de seu corpo bem como a ponta, fabricada em metal duro. Existe também a possibilidade de realizar o revestimento não somente sobre o metal duro, mas sobre o corpo da ferramenta, onde seria possível promover

um aumento na vida útil da ferramenta. Porém, neste trabalho, apenas serão levantadas as possibilidades de análise para a ponta da ferramenta, ficando para outro momento a análise do desgaste do corpo.

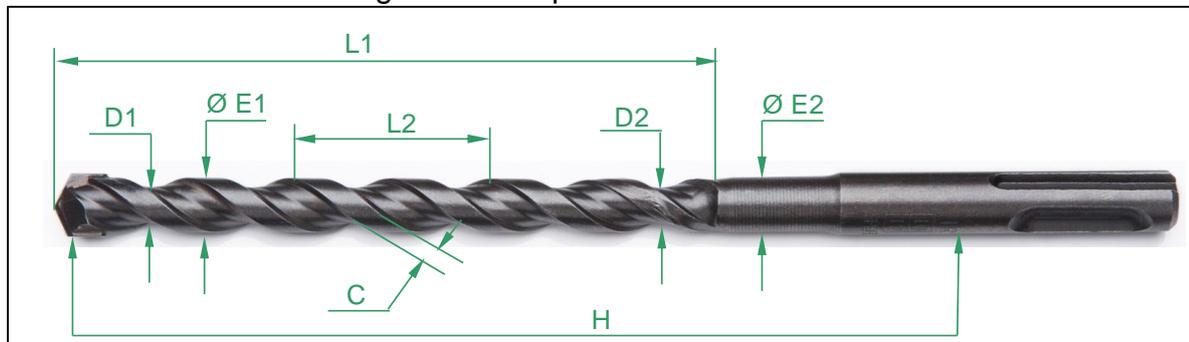


Figura 1 - Broca com ponta de metal duro para furação de concreto.

2 METODOLOGIA

Para a elaboração do trabalho de pesquisa, foi realizada uma pesquisa científica para verificar o estado da arte, sendo consultados autores que disponibilizaram os resultados relativos aos benefícios gerados com a aplicação e realização de revestimentos superficiais, que contribuíram de forma significativa para a melhoria de seu desempenho.

Após a realização das consultas, buscou-se analisar, de acordo com a problemática e as características do produto analisado quais seriam os revestimentos com melhor possibilidade de implementação.

A partir das referências bibliográficas observadas e relacionando-as com o produto em análise, foi possível definir qual o melhor revestimento ou tratamento superficial poderia ser implementado.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na seleção de um material para uma ferramenta de corte de furação devem ser consideradas a resistência ao desgaste e a tenacidade como os principais critérios de escolha, em função do desgaste por abrasão, forças de compressão, flexão e torção estarem muito presentes no processo. Devido ao grande aumento de capacidade de equipamentos presentes no mercado em relação a potência, rigidez e capacidade tem ocorrido a introdução de novos materiais para a fabricação das ferramentas (KONIG et al 1997; DINIZ et al. 2008).

Entre as propriedades fundamentais para a eficiência da ferramenta de furar estão a dureza em altas temperaturas, para que tenha resistência ao desgaste e resistência mecânica em altas temperaturas de trabalho, a tenacidade, para que suporte esforços cíclicos comuns em usinagem, a resistência ao desgaste, para que tenha durabilidade de acordo com o processo e a estabilidade química, com o objetivo de que não ocorra a reação com o material a ser usinado e para que não seja contaminado (MARQUES 2012).

O metal duro é obtido a partir do processo de metalurgia do pó, sendo constituído por partículas de WC e um ligante rico em Co. A aplicação das ferramentas de metal duro conforme a sua classificação, sendo P para materiais maleáveis, M para ferros fundidos e algumas classes de aço inox e K para aços endurecidos, algumas

classes de ferro fundido, materiais não metálicos e metais não ferrosos (COROMANT 2011).

Com a introdução do carboneto de titânio (TiC), e com o carboneto de tântalo (TaC) como aditivo ao carboneto de tungstênio e cobalto (WC-Co), se verificaram melhorias significativas no comportamento das ferramentas de corte, proporcionando um aumento da resistência ao desgaste (SCHWARTKOPF 1942).

A inclusão ou o aumento do carboneto de tântalo e do carboneto de titânio no WC-Co reflete-se em um aumento da dureza a quente e elevada resistência à deformação térmica e numa diminuição da tensão de tração (ASM HANDBOOK 1991).

As principais aplicações do metal duro se identificam em corte/desgaste que impliquem elevadas temperaturas. Operações onde a refrigeração é deficiente ou mesmo impossível, são algumas aplicações onde também é benéfico utilizar metal duro com estes constituintes (ASM HANDBOOK 1991; CABRAL 2006). A utilização do micro-grão e de grão ultra-fino, sendo o grão de WC na ordem dos 0.5 – 0.8 μm e de 0.2 – 0.5 μm respectivamente e com percentagens de cobalto que variam entre 6 e 16% aumentaram significativamente o incremento de dureza nestas ferramentas (CABRAL 2006).

Revestimentos PVD

As restrições de temperatura no processo C.V.D. provocaram pesquisas e desenvolvimentos, culminado com o processo P.V.D., Deposição Física de Vapor, que utiliza baixas temperaturas. O processo de revestimento pode ser executado abaixo da temperatura de revenido do aço rápido e de outros aços ferramenta (BRINK 1998; FONTANA 1997; ZEILMANN 1997). Os revestimentos mais aplicados sobre insertos de metal duro são o Carboneto de titânio (TiC), o Nitreto de titânio (TiN), o Óxido de alumínio (Al₂O₃), o Carbonitreto de titânio (TiCN), o Nitreto de titânio alumínio (TiAlN), o Nitreto de cromo alumínio (AlCrN) (GEY 2006). A Figura 2 apresenta a microdureza Vickers para as principais coberturas. Essa microdureza pode variar dependendo do processo da cobertura (PEYRE & WINTERHOLLER 1994).

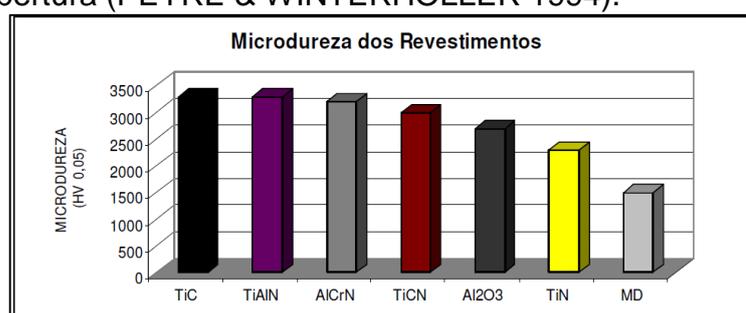


Figura 2 - Microdureza dos revestimentos (Abele e Dörr, 2002; Balzers, 2007).

O Carboneto de Titânio (TiC) tem como característica a diminuição do atrito e a menor condutividade térmica da camada aplicada, produzindo temperaturas menores no gume e, com isto, o desgaste por difusão e atrito do gume é diminuído (CASTILLO 2005). Possui boa resistência ao desgaste, podendo ser aplicado próximo à face da pastilha, ou combinada com outro revestimento, próxima ao topo da superfície, melhorando a resistência ao desgaste (SCHULZ et al. 2000).

O Nitreto de Titânio (TiN) possui uma das grandes aplicações dos filmes produzidos por PVD são revestimentos de TiN aplicados sobre ferramentas de aços

rápido, que promovem um aumento considerável de desempenho das ferramentas. Das propriedades mecânicas, a dureza atinge em média 2500 HV, enquanto que aços rápidos têm uma dureza em torno de 800 HV (MARQUES 2012; CASTILLO 2005; DINIZ et al. 2006).

O Carbonitreto de Titânio (TiCN) possui dureza maior que os revestimentos de TiN. Possui vida útil maior que outros revestimentos, sendo recomendado para furação de aços inoxidáveis, ferro fundido, latão, bronze, alumínio e materiais termoplásticos (CASTILLO 2005). São revestimentos recomendados onde o desgaste por abrasão é predominante ou onde se necessita uma maior resistência a oxidação. Normalmente é aplicado em multicamadas (VIANA 2009).

O Nitreto de Titânio-alumínio (TiAlN) possui bom desempenho na usinagem a seco com ferramentas de corte revestidas com TiAlN se deve ao fato que esse revestimento mantém as propriedades de alta dureza e resistência à oxidação operando a altas temperaturas (SANTOS 2004). Já o Nitreto de cromo alumínio (AlCrN) tem elevada resistência à oxidação e dureza a quente, ou seja, ótima resistência à abrasão e baixo coeficiente de atrito. Possui dureza em torno de 3200 HV e temperatura de trabalho de 1100°C. Pode ser utilizado em usinagem a seco e refrigerado de aços e ferros fundidos (BALZERS 2013).

Nitretação á Plasma

O desenvolvimento de tecnologias de controle e automação tornaram possível o desenvolvimento da nitretação por plasma e seu uso em escala industrial. Neste processo, é aplicada uma diferença de potencial entre a parede do forno (anodo) e a peça (catodo), em condições controladas de temperatura (entre 380 e 600 °C), pressão (entre 13 e 1300 Pa). Com a descarga gasosa é possível gerar uma descarga brilhante, o plasma, que cobre completamente as superfícies das peças, como mostrado na Figura 3 (OLIVEIRA et al, 2002). O processo de nitretação deve ser realizado em baixas temperaturas, onde a solubilidade máxima de nitrogênio na matriz é de 0,1 % em massa (OLIVEIRA et al, 2002).

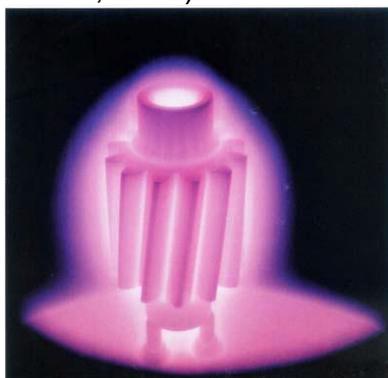


Figura 3 - Componente sob nitretação a plasma.

A grande vantagem do plasma é a possibilidade de controlar a metalurgia da camada nitretada (EDENHOFER 1974; COSTA 1998). A profundidade da camada nitretada é controlada pela temperatura e tempo de processo. A nitretação sem a camada de compostos é realizada com um baixo potencial de nitrogênio combinada com tempos curtos de nitretação. Quando se eleva o potencial de nitrogênio, bem como adicionando-se metano, forma-se preferencialmente camada de compostos com nitreto do tipo ϵ -Fe₂-3N. (BELL et al., 1996),

A boretação pode ser utilizada para conferir melhores propriedades em relação a resistência ao desgaste e aumento de dureza superficial a uma grande variedade de materiais ferrosos e não-ferrosos. Possui forte ligação covalente da maioria dos boretos, gerando um alto ponto de fusão, módulo de elasticidade e dureza elevada (SINHA 1991; SEM et al. 2001; ÖZBEK et al.2002; CABEO et al.1999).

A carbonitreção tem como objetivo introduzir carbono e nitrogênio na superfície do aço, gerando uma camada dura e resistente ao desgaste. Atua no comportamento dos metais em alta temperatura, de uma forma geral, reduzindo a presença de imperfeições cristalinas, devido à maior mobilidade atômica, e conseqüentemente aos processos que envolvem o fenômeno da difusão (SIRIN et all, 2008; PODGORINIK 2001).

DLC (Diamond Like Carbon)

As ferramentas de corte revestidas por CVD podem ser divididas em duas categorias: a) revestidas por filmes finos; b) insertos de filmes finos em diamante (INSPECTOR 1994). As ferramentas revestidas por filmes finos são mais usadas dado que o processo permite efetuar o revestimento em superfícies com geometrias complexas e em grandes profundidades. A melhoria do revestimento nas superfícies complexas traduziu-se numa melhoria do corte de metais, ferramentas mais eficazes e com custos finais das peças maquinadas significativamente mais baixos (INSPECTOR 1991). Contudo, a implementação desta tecnologia está fortemente dependente da adesão do filme ao substrato.

4 CONCLUSÕES

Muitos são os tratamentos superficiais possíveis de serem aplicados para aumentar o desempenho de brocas para furação de concreto, porém, para a aplicação estudada o mais adequado, dentre as características observadas e que podem ser relacionados como principais, está a nitreção a plasma, devido a sua capacidade de gerar uma superfície com alta dureza e boa uniformidade, pela sua capacidade de controle da espessura bem como da sua formação metalúrgica, podendo ser definida por carbonetos de alta resistência ao desgaste, combinando com um núcleo macio. Outra característica da nitreção a plasma é a possibilidade do tratamento ser realizado de forma a não obter a camada branca, que poderia ser extremamente fragilizante para a aplicação. No entanto, a espessura ideal para esta aplicação e o tempo de processo para a correta realização do tratamento sobre o metal duro ainda devem ser desenvolvidos e comprovados pelos ensaios de furação, para ser obtida a melhor combinação entre espessura, formação metalúrgica e dureza da camada, de acordo com os parâmetros de processo, com o objetivo de obter o menor desgaste possível ao longo dos ciclos de furação.

Existe também a possibilidade de se avaliar não somente a ponta mas também o corpo da ferramenta, fabricado em aço média liga, e ainda a pasta de brasagem, utilizada para a união do metal duro com o aço SAE 4340, verificando o impacto do tratamento superficial no desempenho do produto analisado. Sendo assim, esta avaliação está ainda em fase inicial, e pode ser complementada com análises adicionais com o objetivo de melhorar consideravelmente o produto observado.

5 REFERÊNCIAS

- ABELE, E.; DÖRR, J. Ferramentas de corte protegidas contra a defasagem tecnológica. Máquinas e Metais, pp. 38-53. 2002.
- ASM Handbook. Powder metallurgy. ASM Handbook, Vol 7, 76, 1991.
- BALZERS, Oerlikon. Oerlikon Balzers services – Revestimento Balinit. Disponível em: <www.oerlikon.com/balzers/br>. Acesso em: 14 nov. 2007.
- BALZERS, Oerlikon. Coating guide. Disponível em: <<http://www.oerlikon.com/ecomaXL/index.php>> Acesso em 24 jul. 2013.
- BELL, T. Modelling Plasma Nitriding. Advanced Metals & Materials, vol. 152, n. 8, PP.: 40y-40bb, 1996.
- BRINK, R. Revestimentos de Nitreto de Titânio Através do Processo P.V.D. e sua utilização em ferramentas”, Balzers, Liechtenstein, Apostila Brasimet, 1998.
- CABEO, E. C. Plasma-assisted boriding of industrial components in a pulse d.c. Glow discharge, Surface and Coatings Technology, v. 116-119, p. 229, 1999.
- CABRAL G. Development and application of Diamond coatings onto cutting tools to machine EDM electrodes for mould industry. 2006.
- CASTILLO, W. J. G. Furação Profunda de Ferro Fundido Cinzento GG25 com Brocas de Metal-Duro com Canais Retos. Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.
- COSTA, H. B. Microestrutura e comportamento mecânica de ligas ferrosas sinterizadas nitretadas por plasma: um estudo experimental. Florianópolis, 1998. Tese. Universidade Federal de Santa Catarina. 1998.
- DINIZ, Anselmo Eduardo, Marcondes, Francisco Carlos e Coppini, Nivaldo Lemos. Tecnologia da usinagem dos materiais. São Paulo: Artliber, 2008.
- EDENHOFER, B. Physical and Metallurgical Aspects Ionitriding. Heat Treatment of Metals, Vol. 1, Parte 1, pp.: 23-28, 1974.
- FONTANA, L.C. Estudo da deposição de filmes de Ti e TiN e desenvolvimento de sistema modificado triodo-magnetron-sputtering. Florianópolis. Tese. Universidade Federal de Santa Catarina. 1997.
- GEY, C. Novos revestimentos dão origem a ferramentas mais eficientes. Máquinas e Metais. pp. 52-67, Jun. 2006.
- INSPECTOR A; BAUER C. E.; oles E.J. surf. Coat. technol. 1994, 68/69, 359-368.

- MARQUES, Fernando. Avaliação desempenho brocas helicoidais aço rápido revestidas na usinagem de ferro fundido nodular. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.
- OLIVEIRA, S.D., Pinedo, C.E., Tschiptschin, A.P.- “Plasma”, Revista Metal Mecânica, N.42, pp.: 78-80, 2002.
- ÖZBEK, I. Characterization of borided AISI 316L stainless steel implant Vacuum, v. 65,p. 521, 2002.
- SANTOS S. et al. Tribological characterization of PVD coatings for cutting tools. Surface and Coatings Technology, v. 184, p. 141-148, 2004.
- SCHWARTKOPF P. deutsche Edelstahlwerke. AG German patent 720502. 1942.
- SCHULZ, H.; EMRICH, A.K.; FINZER, T.; DÖRR, J. Quais são e para que servem os revestimentos. Máquinas e Metais, pp. 38-45, Set. 2000.
- SINHA, A. K., Boriding (Boronizing), ASM Handbook, ASM International, v. 4, p. 437, USA, 1991.
- TASSI, R. Revestimentos superficiais via Papvd e Avaliação de desempenho de bicos pulverizadores de suspensões cerâmicas. Dissertação de Mestrado. UFRGS. 2010
- ZEILMANN, R.P. Análise do comportamento de ferramentas de metal duro K10 revestidas com nitreto de titânio pelo processo físico da deposição por vapor no ensaio de torneamento. Florianópolis, 1997. Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina.