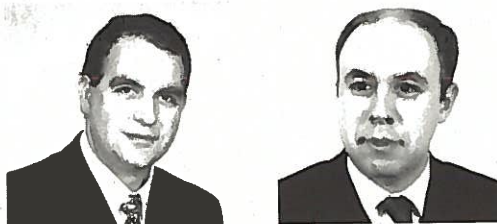


ESTUDO DO TORNEAMENTO EM ACABAMENTO DE UM AÇO, USANDO AS NOVAS PASTILHAS DE RAIO DE PONTA MÚLTIPLO "WIPER"

A. Esteves Correia¹ e J. Paulo Davim²

¹ DEMGi, Escola Superior de Tecnologia do Instituto Superior Politécnico de Viseu

² Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Aveiro



RESUMO

Neste trabalho apresenta-se um estudo comparativo do torneamento em acabamento, do aço Ck45 (DIN), usando pastilhas "standard" e as recentes pastilhas de raio de ponta múltiplo "Wiper". Foi efectuada a medição das forças de corte durante o processo de maquinagem e a caracterização da rugosidade das superfícies obtidas. Os resultados obtidos mostram que as pastilhas "Wiper", permitem em geral com o dobro do avanço, obter o mesmo acabamento de superfície típico das pastilhas "Standard". Foi possível obter uma qualidade (intervalo de tolerância), típica da rectificação cilíndrica.

1. INTRODUÇÃO

A especificação da rugosidade das superfícies maquinadas na fase de projecto, constitui um factor económico importante, por permitir eliminar, à partida, operações de torneamento desnecessárias. Por outro lado, o adequado acabamento dos componentes, contribui decisivamente para a melhoria das suas funções (Gillibrand D. et al, 1996).

A rugosidade das superfícies nas operações de torneamento é influenciada entre outros aspectos, pela geometria da ferramenta e pelas condições de corte. O raio de ponta e o avanço, assumem especial importância. (Davim J.P., 2001), (Munoz-Escalona P. and Cassier Z., 1998).

Diversas investigações experimentais têm permitido determinar os efeitos da geometria da aresta de corte, da dureza do material a maquinar e do material da ferramenta, sobre a rugosidade superficial e

as forças de corte envolvidas nas operações de acabamento (Thiele J.D. and N. Melkote S., 1999).

Aspectos tais como a interacção tribológica na interface peça/ferramenta, interferem na rugosidade superficial obtida no torneamento em acabamento (Grzesik W., 1996).

Outros estudos têm sido desenvolvidos no sentido de encontrar outras causas que afectam a rugosidade superficial. Por exemplo, a vibração resultante do movimento relativo peça – ferramenta (Lin S.C. and Chang M.F., 1998).

Em geral, utilizam-se pastilhas "standard" com raio de ponta. Recentemente, desenvolveram-se pastilhas com raio de ponta múltiplo "Wiper" (figura 1) permitindo obter um grau de rugosidade de superfície idêntico ao da rectificação cilíndrica.

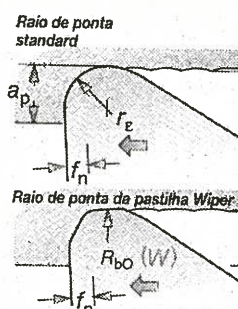


Fig.1 – Raio de ponta “Standard” e “Wiper” (Sandvik Coromant)

O estudo que se apresenta, centrou-se em dois aspectos fundamentais: - o processo de corte e a peça.

Em relação ao processo de corte, foi feita a medição das forças de corte. Relativamente à peça, foi feita a medição da rugosidade média aritmética (R_a) das superfícies obtidas.

2.PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Materiais e meios

Os ensaios foram efectuados em provetes de aço Ck45 (DIN), conforme o ilustrado na figura 2, num torno CNC Kingsbury50 com 25 HP de potência e uma rotação máxima da árvore de 4500 rpm.

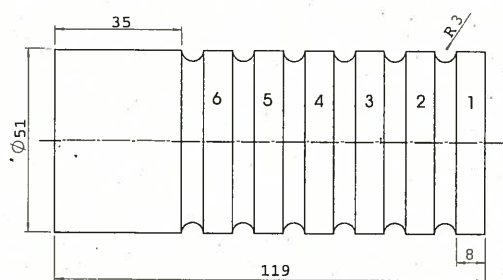


Fig. 2 – Provete de ensaio – 6 superfícies de corte

Foram empregues pastilhas de raio de ponta múltiplo CNMG 120404 WF e CNMG 120408 WF e “standard” CNMG 120404 PF e CNMG 120408 PF. Todas apresentavam geometria romboidal, com um ângulo de ponta de 80° , conforme se pode observar na figura 3.

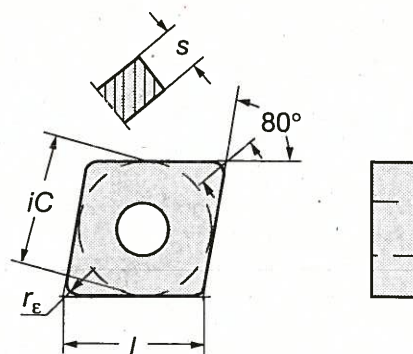


Fig. 3 – Geometria das pastilhas (Sandvik Coromant)

Foi utilizado um suporte com a referência PCLNL 2020 K12, que permite um ângulo de posição da aresta principal de corte (κ_r) de 95° (figura 4).

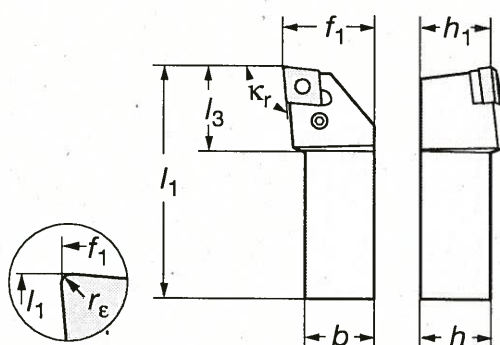


Fig. 4 – Geometria do suporte utilizado (Sandvik Coromant)

Em todos os ensaios foi empregue o fluido de corte Microtrend 231L, da BP, diluído a 10%.

A medição das forças de corte foi efectuada através de um dinamómetro piezoeléctrico Kistler 9121 para torno CNC.

O sistema de medição das forças de corte é constituído pelo referido dinamómetro, o amplificador de carga Kistler 5019 A de três canais e uma placa de aquisição de dados. Os sinais são adquiridos por meio de um software próprio “Dinoware” desenvolvido pela Kistler.

Na caracterização do acabamento de superfície foi utilizado o rugosímetro Hommelwerke T1000. O parâmetro seleccionado foi a rugosidade média aritmética (R_a), para um comprimento de base de 0,8 mm, de acordo com a norma DIN 4768/4777. Foram realizadas duas

medições de rugosidade em cada superfície de corte.

Plano de Experiências

O plano de experiências foi constituído por 36 ensaios, correspondendo cada ensaio a uma superfície de corte com velocidade de corte e avanço diferentes.

Optou-se por valores de velocidade de corte (V_c) e avanço (f_n) tendo em consideração as recomendações do fabricante (Sandvik Coromant). Para cada tipo de pastilha, testada, foi efectuado o plano de experiências representado na tabela 1. O penetramento radial, (a_p), foi em todos os ensaios constante e de valor igual a 0,5 mm.

Tabela 1 – Plano de ensaios

Velocidade de corte – V_c [m/min]	Avanço – f_n [mm/rot]
345	0,075
	0,15
	0,25
410	0,075
	0,15
	0,25
470	0,075
	0,15
	0,25

3. ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

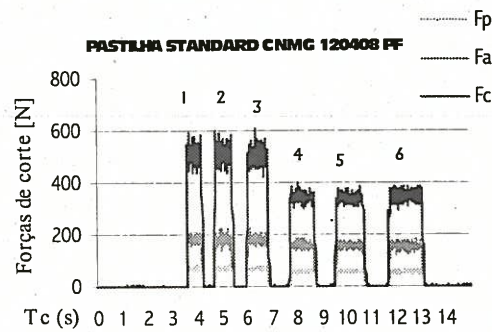
O plano experimental desenvolvido, permitiu obter resultados relativamente às forças de corte geradas durante o torneamento e ao acabamento de superfície obtido nas superfícies de corte.

Nos ensaios efectuados, verificou-se um acréscimo nas forças de corte para as pastilhas “Wiper”, relativamente às pastilhas “Standard”, como se pode observar a título de exemplo, na figura 5 a) e b).

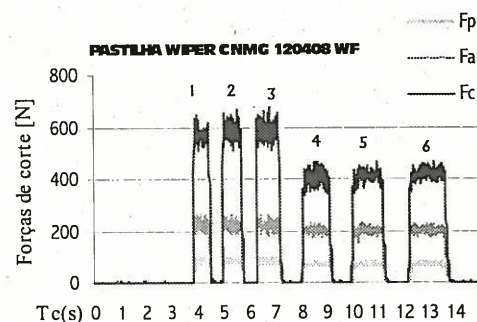
Este acréscimo foi mais evidente nas forças de corte (F_c) do que nas forças de avanço (F_a) e de penetramento (F_p).

A figura 6 apresenta a variação da força de corte em função do avanço e da

velocidade de corte. Observa-se que a força de corte aumenta à medida que aumenta o avanço.



a)



b)

F_p - Força de penetramento
 F_a - Força de avanço
 F_c - Força de corte
 T_c - Tempo de corte

Sup. de corte	f_n (mm/rot)	V_c (m/min)
1	0,25	470
2	0,25	410
3	0,25	345
4	0,15	470
5	0,15	410
6	0,15	345

Fig.5 – Exemplo de evolução das forças de corte. a) Pastilha Standard; b) Pastilha Wiper

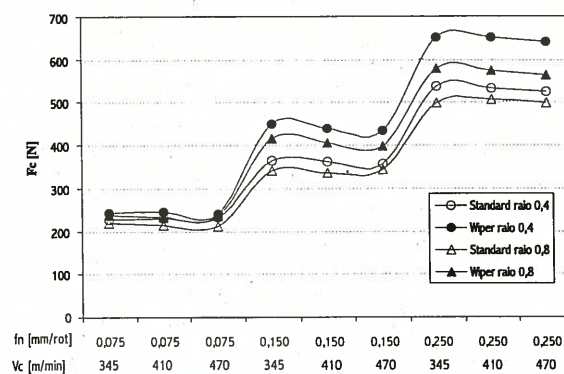


Fig.6 – Força de corte, em função do avanço e velocidade de corte

Para a mesma gama de avanços, verifica-se uma ligeira diminuição da força de corte quando aumenta a velocidade de corte. Em geral, o torneamento com as pastilhas “Wiper”, apresenta um acréscimo na força de corte, relativamente à utilização das pastilhas “Standard”.

A potência de corte (P_c) é dada pela expressão:

$$P_c = F_c \cdot V_c \quad (1)$$

sendo F_c a Força de corte e V_c a velocidade de corte. Na figura 7 podemos observar a evolução da potência de corte, em função do avanço e da velocidade de corte.

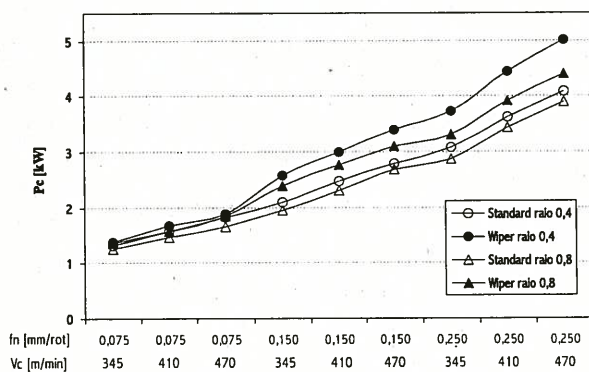


Fig. 7 – Potência de corte, em função do avanço e velocidade de corte

A potência de corte aumenta com o avanço e a velocidade de corte. O torneamento com as pastilhas “Wiper”, apresenta um acréscimo de potência de corte, relativamente à utilização de pastilhas “Standard”.

A pressão específica de corte, (K_s) é dada pela expressão:

$$K_s = \frac{F_c}{f_n \cdot a_p} \quad (2)$$

sendo F_c a força de corte, f_n o avanço e a_p o penetramento radial. Na figura 8 podemos observar a evolução da pressão específica de corte, em função do avanço e da velocidade de corte. A pressão específica de corte, diminui claramente com o aumento do avanço. O torneamento com pastilhas “Wiper”, apresenta um acréscimo de

pressão específica de corte, relativamente à utilização de pastilhas “Standard”.

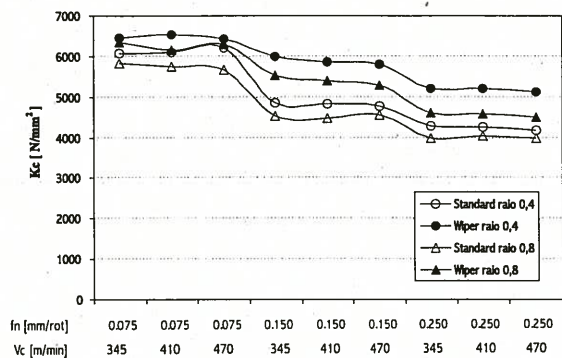


Fig. 8 – Pressão específica de corte, em função do avanço e velocidade de corte

No que respeita à rugosidade das superfícies, os valores da rugosidade média aritmética (R_a) obtidos, são em todas as situações consideradas, inferiores para as pastilhas “Wiper”, quando comparados com as pastilhas “standard”. A figura 9 mostra os valores obtidos para cada uma das situações referidas. Em quase todas as situações foi possível obter valores de $R_a < 0,8 \mu m$ ou seja, correspondentes à rectificação cilíndrica.

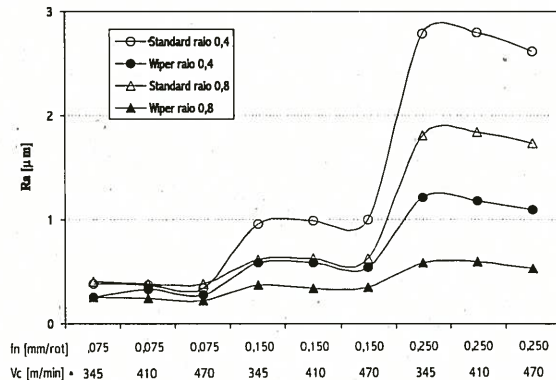


Fig. 9 – Rugosidade média aritmética (R_a), em função do avanço e velocidade de corte

A qualidade depende do intervalo de tolerância (IT) definido pela seguinte relação empírica:

$$IT \approx 30 \cdot R_a \quad (3)$$

sendo R_a a rugosidade média aritmética. Na figura 10, podemos observar os valores de IT correspondentes aos valores de rugosidade obtidos para o diâmetro dos provetes ensaiados.

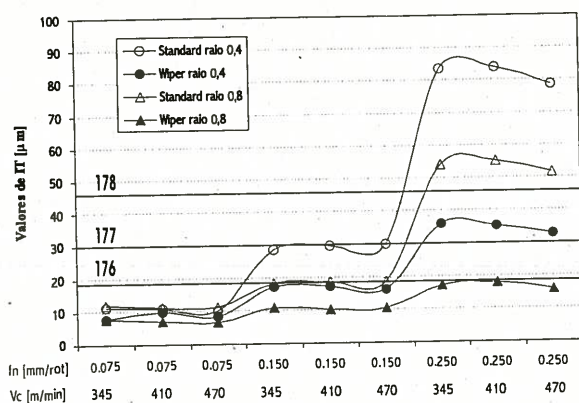


Fig. 10 – Valores de IT em função do avanço e velocidade de corte

Verifica-se que os valores obtidos com as pastilhas “Wiper” se encontram em todas as situações, próximo ou dentro das tolerâncias correspondentes à rectificação cilíndrica ($IT \leq 7$).

A taxa de produção (T_p) é dada pela expressão:

$$T_p = V_c \cdot f_n \cdot a_p \quad (4)$$

sendo V_c a velocidade de corte, f_n o avanço e a_p o penetramento radial. Verifica-se pela análise da figura 11 que para valores de rugosidade semelhantes, se obteve quase o dobro da taxa de produção quando se utilizaram as pastilhas “Wiper”, relativamente às pastilhas “standard”.

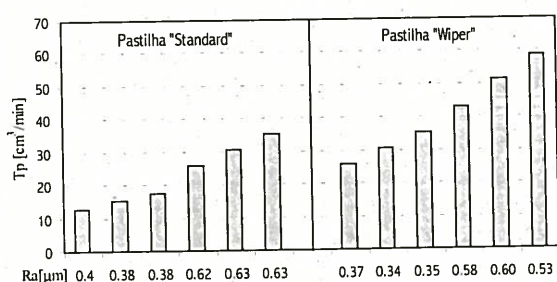


Fig.11 – Comparação das taxas de produção obtidas com raio de ponta de 0,8mm, para diferentes valores de rugosidade

4. CONCLUSÕES

A análise efectuada à evolução da força de corte, potência de corte e pressão específica de corte, mostrou que as pastilhas “wiper” conduzem a valores mais elevados destes parâmetros, do que os obtidos com as pastilhas “standard”.

Contudo, as pastilhas “Wiper” permitem em geral, com o dobro do avanço,

obter o mesmo acabamento de superfície. Deste modo, estas pastilhas permitem obter taxas de produção muito superiores às pastilhas “standard”, para o mesmo grau de acabamento superficial.

Em face dos resultados, pode dizer-se que esta nova geometria permite obter um grau de acabamento de superfície e uma qualidade (intervalo de tolerância) correspondente à rectificação cilíndrica para diferentes valores das velocidades de corte e de avanço.

As vantagens técnico/económicas resultantes da utilização desta nova ferramenta, reflectem-se sobretudo:

- Na qualidade final do produto.
- Na eliminação de operações de acabamento pós maquinagem.
- Na redução dos tempos de produção e consequente aumento da produtividade.

REFERÊNCIAS

- Gillibrand D., Sarwar M. and Pierce C.T. - The economic benefit of finish turning with coated carbide - *Surface and Coatings Technology, Volumes 86-87, Part 2, 15 December 1996, Pages 809-813*
- Davim J.P. - A note on the determination of optimal cutting conditions for surface finish obtained in turning using design of experiments - *Journal of Materials Processing Technology, Volume 116, Issues 2-3, 24 October 2001, Pages 305-308*.
- Munoz-Escalona P. and Cassier Z. - Influence of the critical cutting speed on the surface finish of turned steel - *Wear, Volume 218, Issue 1, 15 June 1998, Pages 103-109*.
- Thiele J.D. and N. Melkote S. - Effect of cutting edge geometry and workpiece hardness on surface generation in the finish hard turning of AISI 52100 steel - *Journal of Materials Processing Technology, Volume 94, Issues 2-3, 29 September 1999, Pages 216-226*.
- Grzesik W. - A revised model for predicting surface roughness in turning - *Wear, Volume 194, Issues 1-2, June 1996, Pages 143-148*.
- Lin S.C. and Chang M.F. - A study on the effects of vibrations on the surface finish using a surface topography simulation model for turning - *International Journal of Machine Tools and Manufacture, Volume 38, Issue 7, July 1998, Pages 763-782*.

