

COBEF2017-0628 INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE CORTE NO DESGASTE DA FERRAMENTA E RUGOSIDADE DURANTE PROCESSO DE USINAGEM DO AÇO INOXIDÁVEL MARTENSÍTICO AISI 410

Marcelo Antunes de Paula, marcelo13.antunes@yahoo.com.br

Marcos Valério Ribeiro, mvalerio@feg.unesp.br

Marcel Yuzo Kondo, yuzokondo@gmail.com

Taise Azevedo de Souza, taiseazevedo.sousa@yahoo.com.br

Anderson Figueiredo da Costa, and.kairos@hotmail.com

Unesp – Fac. de Engenharia - Câmpus de Guaratinguetá, Depto. de Materiais e Tecnologia, Guaratinguetá, Brasil

Resumo: Muitos materiais são utilizados para diversas aplicações em projetos de engenharia. Sendo assim, os aços inoxidáveis martensíticos que são ligas de ferro e cromo (11-18%) com teor de carbono acima de 0,1% são aplicados na fabricação de válvulas, bombas de equipamentos, ferramentas de cutelaria, eixos acionadores, hastes de pistão e componentes de turbinas hidráulicas. A evolução das propriedades e desempenho dos materiais utilizados em componentes para aplicações em engenharia é contínua ao longo dos anos, consequentemente os processos e as ferramentas utilizadas para fabricação desses componentes precisam evoluir conjuntamente. A proposta desse trabalho é avaliar o desempenho das ferramentas de corte de Metal Duro com revestimento PVD (Physical vapour deposition) e CVD (Chemical vapour deposition) na usinagem a seco do aço inoxidável martensítico AISI 410 tratado termicamente e a qualidade do acabamento superficial da peça, em duas condições de corte ($v_c = 125$ e 150 m/min, $f = 0,25$ mm/volta e $a_p = 0,5$ mm). Resultados iniciais evidenciaram que a ferramenta com revestimento CVD apresentou um bom desempenho nas duas condições de corte, pois a peça apresentou um bom acabamento superficial, os desgastes de flanco não foram expressivos para os comprimentos de corte testados e a ferramenta não apresentou avarias; já a ferramenta com revestimento PVD apresentou avarias durante a realização dos ensaios, as avarias ocorreram na ferramenta em ambas as condições de corte. Os cavacos obtidos durante os ensaios foram na forma de lascas para ferramenta com revestimento CVD e para ferramenta com revestimento PVD ocorreram várias formas de cavacos devido à quebra das ferramentas.

Palavras-chave: Usinagem, Revestimento, Aços inoxidáveis, Desgaste, Rugosidade.

1. INTRODUÇÃO

A seleção de materiais para fabricar produtos que atendam às expectativas dos clientes é uma das tarefas mais complexas da engenharia atualmente. Os avanços tecnológicos influenciaram significativamente nos processos de fabricação e também nos materiais utilizados. Entre esses diversos materiais destacam-se os aços inoxidáveis que possuem adições de cromo que aumentam sua resistência mecânica e à oxidação/corrosão. São aplicados na fabricação de válvulas, bombas de equipamentos, ferramentas de cutelaria, eixos acionadores, hastes de pistão, componentes construtivos de turbinas hidrelétricas e instrumentação cirúrgica. Os aços inoxidáveis de acordo com sua microestrutura são geralmente divididos em cinco grupos: aços inoxidáveis martensíticos, aços inoxidáveis ferríticos, aços inoxidáveis austeníticos, aços inoxidáveis duplex (austenítico-ferrítico) e aços inoxidáveis endurecíveis por precipitação (ASM METALS HANDBOOK, 1985).

Segundo Tsai, Chiou e Yang (2002) o aço inoxidável martensítico AISI 410 é o progenitor nos aços inoxidáveis martensíticos de baixo carbono, e é amplamente utilizado em muitas indústrias para partes essenciais de muitos produtos. O estudo da austenita retida e da estrutura martensítica desse tipo de aço assumiu grande importância, devido à sua influência sobre as propriedades mecânicas.

O tratamento térmico de têmpera consiste em resfriar o aço após austenitização, a uma velocidade suficientemente rápida para evitar transformações perlíticas e bainíticas na peça em questão. Deste modo, obtém-se uma estrutura martensítica metaestável. Alguns meios de têmpera são: água (pura, com adição de sal ou com adição de polímeros), óleo e ar, embora outros meios gasosos possam ser empregados (nitrogênio, hélio, argônio etc.).

A usinabilidade dos aços inoxidáveis é baixa devido à sua alta resistência à tração, alta taxa de encruamento e caráter abrasivo. Esta combinação de propriedades frequentemente resulta em elevadas forças de corte, altas temperaturas e taxas de desgaste da ferramenta. Dessa forma, no processo de usinagem desse material é necessário utilizar ferramentas de corte que possuam dureza e tenacidade adequadas para resistir aos desgastes e avarias inerentes ao processo. Sendo assim, o conhecimento das características do material e a escolha adequada das ferramentas de corte influenciam diretamente no processo de torneamento (de PAULA, 2016).

Para Trent e Wright (2000) torneamento é a operação de usinagem mais comumente empregada em trabalhos de corte de metal. O material a ser cortado é fixado ao mandril de um torno e rotacionado, enquanto a ferramenta, presa firmemente no porta-ferramenta, move-se em plano que, idealmente, contém o eixo de rotação da peça.

Para Stephenson e Agapiou (2006) o projeto da ferramenta de corte tem um forte impacto no desempenho da usinagem. Uma ferramenta projetada inadequadamente pode desgastar ou lascrar rapidamente ou de forma imprevisível, reduzindo a produtividade, aumentando os custos e produzindo peças com qualidade deterioradas. Qualquer avanço tecnológico da ferramenta de corte tem uma grande influência sobre a produtividade e economia de um processo.

Para Shaw (2005) existem três requisitos importantes que diferenciam um material para ferramenta de corte, tais como: estabilidade física e química à alta temperatura, resistência ao desgaste abrasivo e resistência à ruptura frágil. Um dado material de ferramenta não é geralmente excelente com relação a todos esses três requisitos.

Segundo Trent e Wright (2000) as matérias-primas utilizadas nas ferramentas de Metal Duro são feitas por fusão e subsequente redução de tamanho de partículas por moagem em moinho de bola a um pó fino. O cobalto é o metal mais eficiente para ligação com o carbeto de tungstênio. Os pós são prensados, compactados e sinterizados por meio de aquecimento em atmosfera de hidrogênio acima de 1.300 °C. Nos últimos anos, a tendência de utilização da tecnologia de revestimento foi fomentada pela necessidade do aumento da velocidade de corte e de avanço. Ferramentas de corte de Metal Duro são revestidas usando dois métodos diferentes: a deposição física a vapor (PVD) e deposição química a vapor (CVD). Nos últimos anos, a comparação de revestimentos PVD e CVD a partir do desempenho de usinagem tem sido objeto de muita pesquisa (SADIK, MYRTVEIT, 2011; NIU et al., 2013).

O objetivo desse trabalho é avaliar o desempenho das ferramentas de corte de Metal Duro com revestimento PVD e CVD nas condições de corte a seco; uma análise dos desgastes das ferramentas, rugosidade e o acabamento superficial da peça a ser usinada.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Nesse tópico serão descritas as características do material, do corpo de prova, das ferramentas de corte e a metodologia aplicada na realização dos ensaios.

2.1. Material e corpo de prova

O material utilizado foi o aço inoxidável martensítico AISI 410 e possui composição química conforme Tab. (1).

Tabela 1 - Composição química do aço inoxidável martensítico AISI 410

C	Cr	S	Mo	Si	Cu	Sn	Mn	Ni	Al	N	P	Outros
0,12	12,8	0,006	0,02	0,33	0,04	0,01	0,44	0,12	0,01	0,031	0,023	...

Fonte: Adaptado de (ASM METALS HANDBOOK, 1985)

Esse material foi submetido à austenitização e em seguida a processo de têmpera e revenimento. As etapas são descritas assim:

Dados do processo de têmpera: temperatura = 1.010 °C, tempo de patamar = 70 min, taxa de têmpera = 24 °C/min e foi utilizado óleo como meio de resfriamento.

Dados do processo de revenimento: temperatura = 290 °C, tempo de patamar = 120 min e 6,5 °C /min.

Os corpos de prova apresentam as seguintes características: diâmetro = 38 mm, comprimento = 215 mm, dureza = 50,0 ± 2 HR_C.

2.2. Ferramentas de corte de Metal Duro

Para realização dos ensaios foram utilizadas ferramentas de corte de Metal Duro com geometria CNMG 120408-MF2 com dois tipos diferentes de revestimento a TH1000 com revestimento PVD e TH1500 com revestimento CVD.

Em ambas as ferramentas os valores de avanço e profundidade de corte indicados pelo fabricante para uma boa usinagem foram: f = 0,08 a 0,4 mm/volta, a_p = 0,2 a 2,5 mm.

2.3. Equipamentos utilizados

Torno: No processo de torneamento foi utilizado um torno CNC da marca ROMI modelo GL 240M, a rotação máxima do eixo árvore é de 4500 rpm e com potência de 18 kW.

Rugosímetro: A medição da rugosidade foi realizada em um rugosímetro da marca Mahr modelo MarSurf M300 e MarSurf RD.

Microscópios: A análise dos desgastes das ferramentas de corte foi realizada com auxílio de dois microscópios, o primeiro da marca Mahr modelo MahrVision MM200 e o segundo da marca Zeiss, modelo Stemi 2000. E um microscópio eletrônico de varredura (MEV) da marca Zeiss, modelo EVO LS15.

2.4. Metodologia aplicada

A metodologia aplicada tem como finalidade uma melhor execução dos ensaios, uma lógica nos procedimentos e uma melhor exatidão nas leituras de dados a serem obtidos.

2.4.1. Procedimento para usinagem por torneamento

Durante os ensaios a velocidade de corte (v_c) foi o parâmetro de corte variável. Os parâmetros de avanço ($f = 0,25$ mm/volta) e profundidade de corte ($a_p = 0,5$ mm) foram mantidos constantes. A condição de usinagem foi a seco.

Importante destacar que foi retirada uma amostra do cavaco após o primeiro e último passe de usinagem para cada amostra, e os mesmos foram analisados quanto a sua forma.

2.4.2. Medição do parâmetro de rugosidade média R_a

Para análise da superfície usinada foi utilizado o parâmetro de rugosidade média (R_a), o qual foi relacionado com o cut-off. O valor de cut-off depende da distância entre os sulcos deixados pelo avanço (f) da ferramenta no processo de usinagem, sendo que para os avanços de 0,1 a 0,25 mm/volta aplicados nos ensaios de torneamento (perfil periódico), foi utilizado um cut-off de 0,8 mm, de acordo com a Norma NBR 6405/1988 que recomenda este valor para distância entre sulcos de 0,1 a 0,32 mm.

A medição da rugosidade da amostra foi realizada, com a mesma fixada na placa do torno, com auxílio do rugosímetro portátil, foram realizadas três medições em ângulos de aproximadamente de 120° em torno de sua circunferência, ao longo do comprimento da amostra.

2.4.3. Análise dos desgastes das ferramentas

Para cada passe de usinagem realizado pela ferramenta de corte a mesma foi retirada do suporte e levada ao microscópio para que fosse realizada uma medição do desgaste. Os valores medidos foram transcritos para a folha de coleta de dados e verificada sua evolução até o instante em que o desgaste atingisse o limite pré-determinado para o fim de vida da ferramenta ($V_{Bmax} = 0,3$ mm), ou o término do material da amostra, ou uma falha catastrófica. Após atingir um desses três itens, as mesmas foram identificadas e em seguida encaminhadas para a aquisição definitiva das imagens dos desgastes observados. Nos casos em que ocorreu a presença de cavaco aderido à superfície da ferramenta, as ferramentas de corte seguiram para análise no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV).

2.4.4. Análise dos cavacos

A análise das formas dos cavacos foi realizada através da identificação das amostras dos cavacos, de acordo com cada ferramenta e condição de corte executado, com auxílio de microscopia óptica para aquisição das imagens das amostras de cavacos no primeiro e último passe realizado em cada amostra.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos subitens a seguir, serão apresentadas as formas dos cavacos, imagens dos desgastes das ferramentas, o desgaste de flanco ($VB_{máx}$) e a rugosidade média (R_a), nas condições de usinagem a seco para as ferramentas utilizadas. As condições de corte serão indicadas por meio de uma indicação padronizada na qual o primeiro valor corresponde à velocidade de corte (v_c), o segundo ao avanço (f) e o terceiro à profundidade de corte (a_p). A notação do ensaio será do tipo v_c - f - a_p , ou seja, um ensaio anotado como 125-0,25-0,5 corresponde a um ensaio em que a $v_c = 125$ m/min, $f = 0,25$ mm/volta e $a_p = 0,5$ mm.

3.1. Ferramenta de Metal Duro TH1000 com revestimento PVD

Experimento 1 (125-0,25-0,5): No 1º Passe os cavacos obtidos foram na forma de lascas, essa forma de cavaco se deve ao fato de que o material da amostra é um aço inoxidável martensítico e, além disso foi endurecido por tratamento térmico de têmpera e revenimento. Dessa forma, o material teve sua dureza elevada e sua tenacidade reduzida, consequentemente facilitou a quebra dos cavacos durante a usinagem. No Último Passe ocorreram cavacos de várias formas, tais como: espiral, helicoidal e fita. Sendo assim, os cavacos não se mantiveram na forma de lascas como havia ocorrido no 1º Passe, e essa mudança na forma dos cavacos foi consequência da quebra da ferramenta durante a usinagem. A quebra da ferramenta alterou o raio de ponta da mesma e isso ocasionou a variação na forma dos cavacos, conforme Fig. (1).

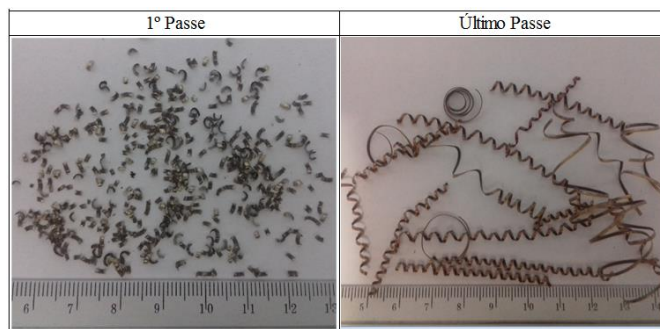


Figura 1 – Forma dos cavacos para Experimento 1 (125-0,25-0,5)

Replica Experimento 1 (125-0,25-0,5): No 1º Passe e também no Último passe os cavacos obtidos foram na forma de lascas. Nessa condição os cavacos não tiveram influência da quebra de ferramenta, pois a mesma não quebrou como no caso anterior, sendo assim, a forma dos cavacos se manteve em ambos os passes, conforme Fig. (2).

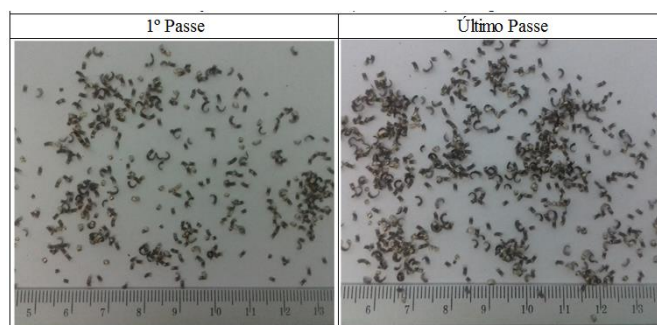


Figura 2 – Forma dos cavacos para Replica Experimento 1 (125-0,25-0,5)

Experimento 2 (150-0,25-0,5): No 1º Passe os cavacos obtidos foram na forma de lascas devido à alta dureza do material. Para o Último Passe ocorreram cavacos na forma helicoidal. Sendo assim, os cavacos não se mantiveram na forma de lascas como havia ocorrido no 1º Passe, e essa mudança na forma dos cavacos foi consequência da quebra da ferramenta durante a usinagem, conforme Fig. (3).

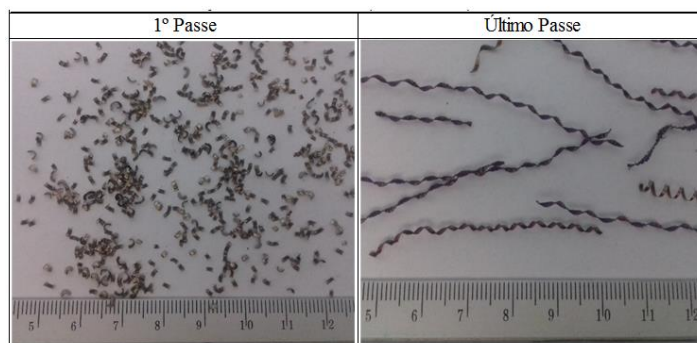


Figura 3 – Forma dos cavacos para Experimento 2 (150-0,25-0,5)

Replica Experimento 2 (150-0,25-0,5): As formas dos cavacos obtidos no 1º Passe foram na forma de lascas, porém no Último Passe foram na forma helicoidal, também devido à quebra da ferramenta, conforme Fig. (4).

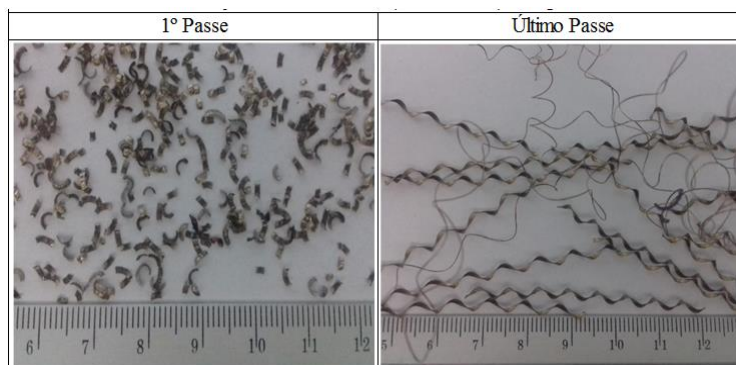


Figura 4 – Forma dos cavacos para Replica Experimento 2 (150-0,25-0,5)

Experimento 1 (125-0,25-0,5): Na análise da ferramenta observa-se que ocorreu a quebra da ferramenta. A quebra da ferramenta ocasionou a variação na forma dos cavacos devido à variação no raio de ponta, conforme Fig. (5).

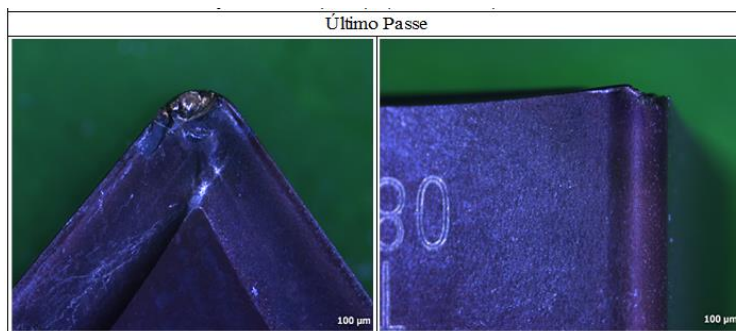


Figura 5 – Imagens dos desgastes da ferramenta para Experimento 1 (125-0,25-0,5)

Replica Experimento 1 (125-0,25-0,5): Na análise da ferramenta observa-se que a mesma não quebrou, e que ocorreu um pequeno desgaste de flanco e na superfície de saída, conforme Fig. (6).

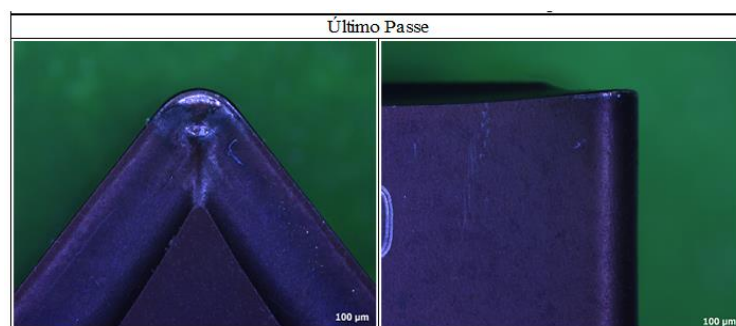


Figura 6 – Imagens dos desgastes da ferramenta para Replica Experimento 1 (125-0,25-0,5)

Experimento 2 (150-0,25-0,5): A ferramenta quebrou durante o processo de torneamento. O aumento da velocidade de corte de 125 para 150 m/min impactou diretamente na temperatura de corte. O impacto da temperatura de corte pode ser constatado pelo deslocamento do revestimento da ferramenta e a cor azulada na superfície de saída da ferramenta, conforme Fig. (7).

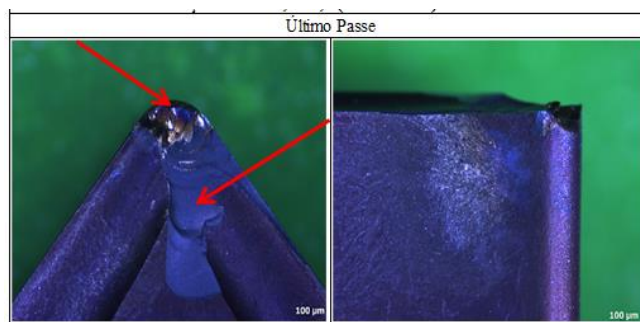


Figura 7 – Imagens dos desgastes da ferramenta para Experimento 2 (150-0,25-0,5)

Replica Experimento 2 (150-0,25-0,5): Nessa condição ocorreu também a quebra da ferramenta e pode-se observar a presença de cavaco aderido a ferramenta. Na condição do Experimento 2 ocorreram quebras para as duas ferramentas, sendo assim, verifica-se que essa condição de corte foi muito severa para ferramenta PVD, conforme Fig. (8).

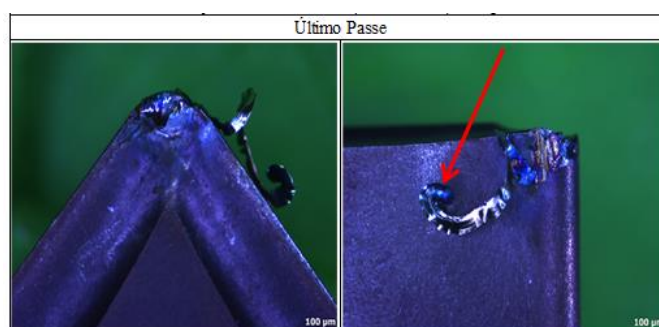


Figura 8 – Imagens dos desgastes da ferramenta para Replica Experimento 2 (150-0,25-0,5)

Os valores de desgaste de flanco ($V_{B_{\max}}$) para o Experimento 2 e sua Replica foram menores do que os valores para o Experimento 1 e sua Replica, porém nota-se que os valores dos desgastes de flanco, de uma forma geral, estão baixos se comparados ao valor adotado como fim de vida da ferramenta que é $V_{B_{\max}} = 0,3$ mm, conforme Fig. (9).

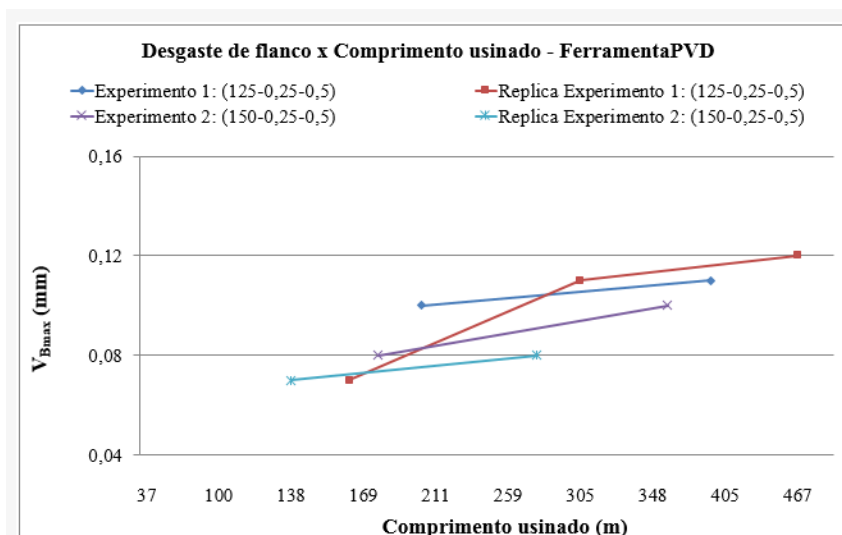


Figura 9 – Desgaste de flanco ($V_{B_{\max}}$) para ferramenta de Metal Duro com revestimento PVD

Os valores para rugosidade média (R_a) encontrados durante os ensaios ficaram abaixo do valor calculado para rugosidade teórica em quase todos experimentos, com exceção do Experimento 2 que em um ponto apresentou valor acima da rugosidade teórica, conforme Fig. (10).

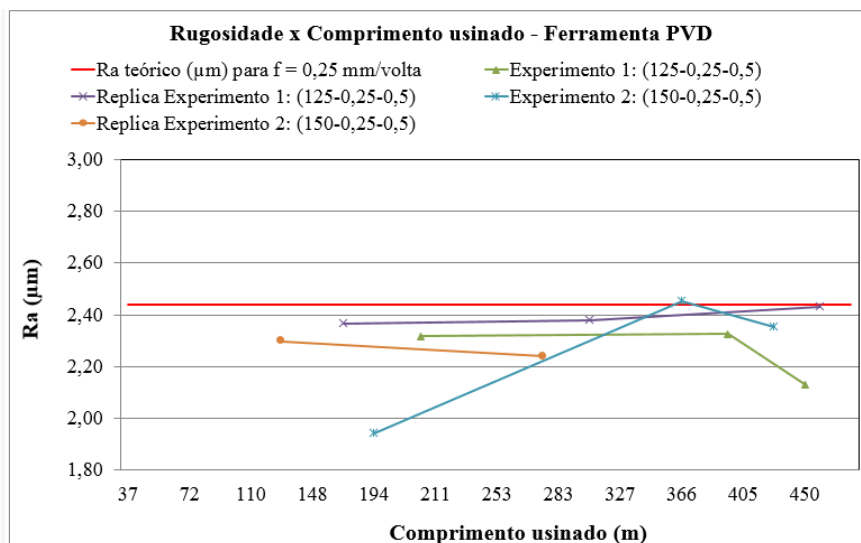


Figura 10 – Rugosidade média (R_a) para ferramenta de Metal Duro com revestimento PVD

3.2. Ferramenta de Metal Duro TH1500 com revestimento CVD

Experimento 1 (125-0,25-0,5): A forma dos cavacos para o 1º Passe e Último passe foram na forma de lascas. Essa ocorrência de cavacos na forma de lascas em ambos os passes foi devido às características do material da amostra que tem resistência elevada e ainda foi submetido à têmpera, além do desempenho da ferramenta de corte CVD que não apresentou um desgaste acentuado e nem a quebra da mesma, dessa forma, não houve alteração no raio de ponta da ferramenta e consequentemente a forma dos cavacos se mantiveram iguais, conforme Fig. (11).

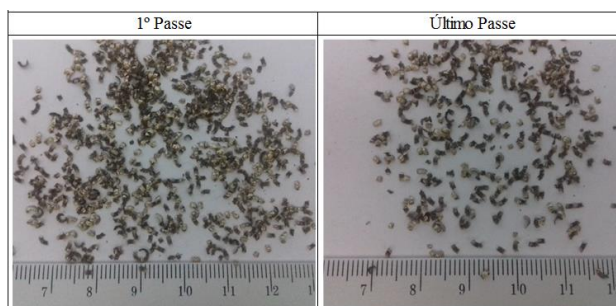


Figura 11 – Forma dos cavacos para Experimento 1 (125-0,25-0,5)

O desgaste de flanco e o desgaste da superfície de saída não foram tão expressivos. A ferramenta CVD possui revestimento com várias camadas, entre essas camadas tem-se a camada Al_2O_3 , essa camada funciona como uma barreira térmica. Essa barreira térmica faz com que a temperatura não cause desgastes excessivos na ferramenta, consequentemente evitando a quebra da mesma ao contrário do que ocorreu com as ferramentas PVD que não possuem essa camada como barreira térmica, conforme Fig. (12).

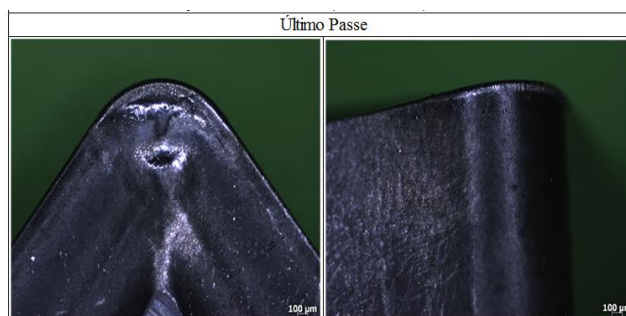


Figura 12 – Desgastes da ferramenta para Experimento 1 (125-0,25-0,5)

Experimento 2 (150-0,25-0,5): A forma dos cavacos para o 1º Passe e Último passe foi na forma de lascas. Os motivos dos cavacos obtidos nessa forma foram citados anteriormente. Destaca-se que apesar do aumento da velocidade de corte de 125 para 150 m/min a ferramenta de CVD manteve um bom desempenho, pois não apresentou desgaste elevado e não ocorreu quebra, conforme Fig. (13).

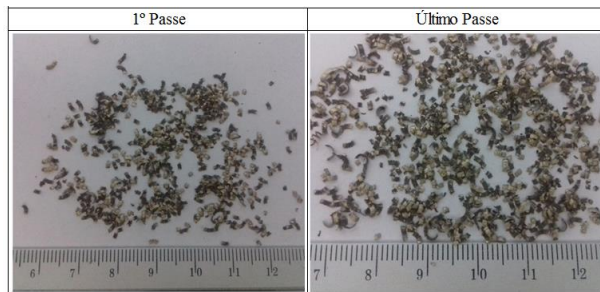


Figura 13 – Forma dos cavacos para Experimento 1 (150-0,25-0,5)

O desgaste de flanco e o desgaste da superfície de saída também não foram expressivos. Percebe-se que o aumento da velocidade de corte de 125 para 150 m/min não causou desgastes excessivos e nem quebra, conforme Fig. (14).

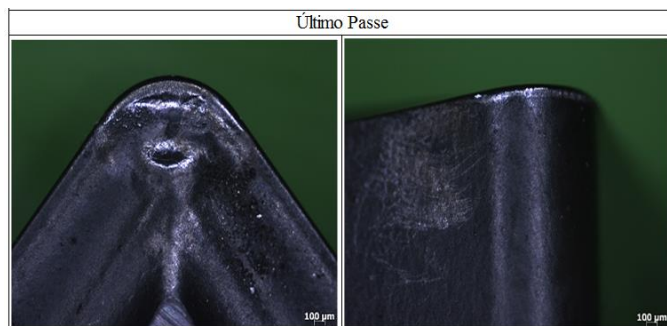


Figura 14 – Desgastes da ferramenta para Experimento 2 (150-0,25-0,5)

Em relação ao desgaste de flanco, nota-se que os desgastes de flanco ficaram abaixo do valor estipulado para o fim de vida da ferramenta que é $V_{Bmáx} = 0,3$ mm, conforme Fig. (15).

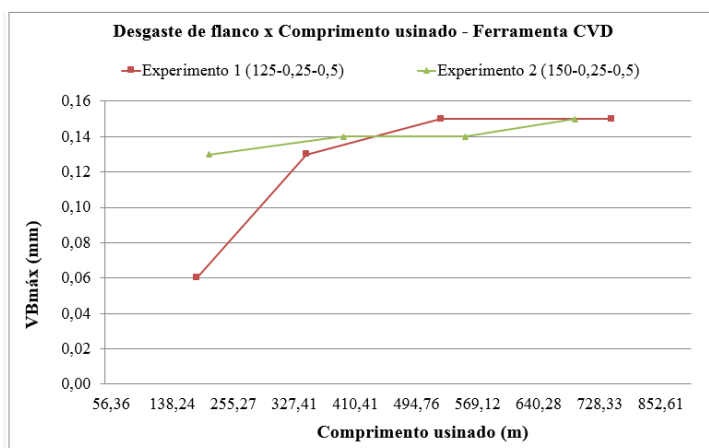


Figura 15 – Desgaste de flanco $V_{Bmáx}$ para ferramenta de Metal Duro com revestimento CVD

Em relação a rugosidade média (R_a), verificou-se que para ambos experimentos a rugosidade ficou acima da rugosidade teórica, porém os valores obtidos estão próximos do valor teórico que é $2,44 \mu m$. Além do que, na rugosidade teórica os desgastes não são levados em conta, conforme Fig. (16).

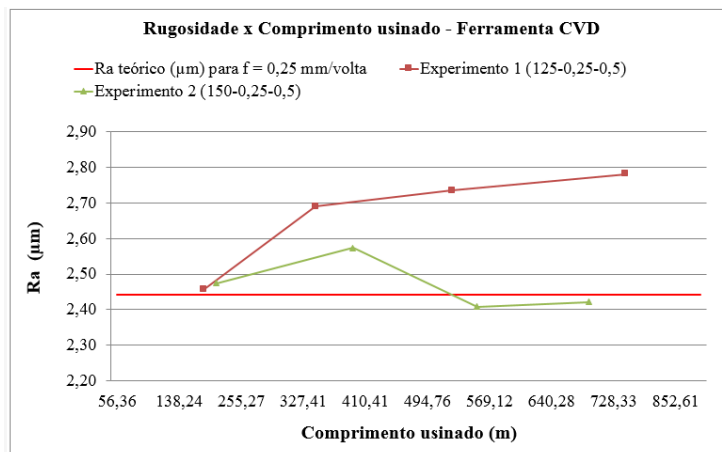


Figura 16 – Rugosidade média R_a para ferramenta de Metal Duro com revestimento CVD

4. CONCLUSÕES

As ferramentas com revestimento CVD apresentaram um desempenho superior às ferramentas com revestimento PVD nas condições de corte ensaiadas, pois durante os ensaios com CVD não ocorreram quebras, porém com as ferramentas PVD ocorreram quebras. A microestrutura da ferramenta CVD e suas multicamadas com presença de Al_2O_3 , que funciona como barreira térmica, influenciaram diretamente no seu desempenho.

Para as ferramentas com revestimento CVD os cavacos obtidos foram na forma de lascas para ambos experimentos; já para as ferramentas com revestimento PVD os cavacos obtidos foram na forma de lascas para o 1º Passe e na forma helicoidal para o 2º Passe nos casos em que ocorreram quebras das ferramentas.

5. AGRADECIMENTOS

A CAPES financiadora do projeto e a empresa SECO TOOLS pelo fornecimento das ferramentas de corte.

6. REFERÊNCIAS

- Asm metals handbook desk edition. ASM, 1985. 1294 p.
- De Paula, M. A. 2016. 108f. Avaliação da aplicação de fluido de corte no torneamento do aço inoxidável AISI 410 tratado termicamente. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2016.
- Niu, Q., Chen, M., Ming, W. An Evaluation of the performance of coated carbide tools in face milling TC6 alloy under dry condition. Int. J. Adv. Manuf. Technol. 64 (2013) 623-631.
- Sadik, M. I., Myrtveit, T. The Performance of PVD Coated Grade in Milling of ADI 800. International. Journal Aerospace Mech. Eng. 5 (1) (2011) 55-58.
- Shaw, M. C. Metal cutting principles. 2 ed. New York: Oxford University Press, 2005. 651 p.
- Stephenson, D. A., Agapiou, J. S. Metal cutting theory and practice. 2 ed. New York: CRC Press, 2006. 846 p.
- Trent, E. M., Wright, P. K. Metal Cutting. 4 ed. Oxford: Butterworths-Heinemann, 2000. 446 p.
- Tsai, M. C., Chiou, C. S., Du, J. S., Yang, J. R. Phase transformation in AISI 410 stainless steel. Institute of Materials Science and Engineering 332 (2002) 1-10.

7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no trabalho.

INFLUENCE OF CUTTING PARAMETERS ON TOOL WEAR AND ROUGHNESS DURING THE MACHINING PROCESS OF MARTENSITIC STAINLESS STEEL AISI 410

Marcelo Antunes de Paula, marcelo13.antunes@yahoo.com.br

Marcos Valério Ribeiro, mvalerio@feg.unesp.br

Marcel Yuzo Kondo, yuzokondo@gmail.com

Taise Azevedo de Souza, taiseazevedo.sousa@yahoo.com.br

Anderson Figueiredo da Costa, and.kairos@hotmail.com

Unesp – Fac. de Engenharia - Câmpus de Guaratinguetá, Depto. de Materiais e Tecnologia, Guaratinguetá, Brasil

Abstract: Many materials are used for various applications in engineering projects. Thus, martensitic stainless steels, which are iron and chromium alloys (11-18%) with carbon content above 0.1% applied in the manufacture of valves, equipment pumps, piston rods and hydraulic turbine components. The evolution of the properties and performance of materials used in components for engineering applications is continuous over the years, therefore the processes and tools used to manufacture these components need to develop together. The present work is to evaluate the performance of PVD (Physical vapor deposition) and CVD (Chemical vaporization deposition) metal cutting tools in dry machining of heat-treated AISI 410 martensitic stainless steel and the surface finish of the work surface finish (CVD), with two CVD shear conditions ($v_c = 125$ and 150 m / min, $f = 0.25$ mm / revolution and $a_p = 0.5$ mm). Initial results showed that the hard metal tool (CVD) performed better in both cutting conditions, it presented a good surface finish and showed no damage to the tool. The Carbide Tool (PVD) showed damage during the performance of essay.

Keywords: Machining, Coating, Stainless steel, Wear, Roughness.