

CONEM 2016
CONGRESSO NACIONAL DE
ENGENHARIA MECÂNICA

21-25
AGOSTO DE 2016
FORTALEZA - CEARÁ

VALIDAÇÃO DA TÉCNICA DE “CORTE POR OVERLAP” EM LIGAS DE ALUMÍNIO DA FAMÍLIA 5052

Wendel Leme Beil, wendelleme@yahoo.com.br¹

Wallyson Thomas Alves da Silva, wallyson.silva@sp.senai.br²

Fábio Kuranaka, fabio.kuranaka@sp.senai.br³

¹ UNICAMP, Universidade Estadual de Campinas - Rua Mendeleev, 200- Cidade universitária “Zeferino Vaz” – Campinas- SP, wendelleme@yahoo.com.br

² SENAI, Escola e Faculdade de Tecnologia SENAI “Roberto Mange”, Rua Cícero Canuto de Lima, 71 – São Bernardo- Campinas- SP, wallyson.silva@sp.senai.br

³ SENAI, Escola e Faculdade de Tecnologia SENAI “Roberto Mange”, Rua Cícero Canuto de Lima, 71 – São Bernardo- Campinas- SP, fabio.kuranaka@sp.senai.br

Resumo: O vigente trabalho propõe investigar e validar a técnica desenvolvida por Vajpayee (1981), para reduzir a amplitude da rugosidade teórica, a qual denominou-se “corte por overlap”, método aplicado para aumentar a produtividade e garantir rugosidades baixas, através da diminuição do tempo efetivo de corte, já que é utilizado a estratégia de se trabalhar com avanço de desbaste e velocidade de corte alta a fim de se obter qualidade superficial de acabamento. Assim o trabalho encontrou formas práticas e eficientes de se aplicar a técnica junto às novas tecnologias empregadas a máquinas-ferramenta a comando numérico, mesmo em ligas de alumínio que possuem alta ductilidade, o que dificulta a ação do segundo passe com profundidade de corte nula. No entanto a metodologia aplicada atingiu resultados satisfatórios ($R_a < 0,8 \mu m$) quando apenas se modifica o parâmetro de programação (ciclo de rosqueamento), aliado ao controle rígido do processo (condições de corte, propriedades mecânicas do material e sistema de fixação) pré-estabelecidos.

Palavras-chave: rugosidade teórica, corte por overlap, ciclo de rosqueamento

1. INTRODUÇÃO

Operações de usinagem possuem grande aplicação em diversos ramos da indústria. Para se compreender as operações de usinagem, é necessário levantar uma série de características.

Devido a esta importância, as pesquisas, na área de usinagem, se caracterizam por uma procura constante de soluções tecnológicas, a fim de se aumentar às qualidades de trabalho, os acabamentos e a de se encontrar condições racionais que, propiciem aos processos de trabalho se adequarem às novas solicitações exigidas pelo mercado, quais sejam, o aumento da eficiência de trabalho e suas implicações na forma de gestão da produção. Estas soluções podem ser encontradas através da otimização dos processos de usinagem, já conhecidos, ou através do desenvolvimento e emprego de novos processos (Cruz, 1995).

2. REVISÃO TEÓRICA

Em um torneamento convencional o acabamento superficial da peça é produzido pela aresta secundária de corte que é separada da aresta principal pela ponta de corte. A utilização da aresta secundária introduz fenômenos que influem no acabamento superficial, tais como:

1. Saliências correspondentes à geometria da ponta da ferramenta que tem um passo igual ao avanço por volta, são deixadas na superfície acabada;

2. A espessura de corte varia de dimensão à medida que se percorre a porção da aresta de corte em contato com a peça, partindo-se da aresta principal em direção à aresta secundária, começando em seu valor máximo e indo gradualmente

a zero, causando incerteza na geometria de corte, porque para uma dada afiação da aresta há uma espessura de corte mínima abaixo da qual não existe remoção de cavaco;

3. Ocorre uma concentração dos desgastes nas regiões onde termina o contato aresta de corte-peça, tanto na aresta principal, quanto na aresta secundária (desgaste em sulcos), o que faz com que a ferramenta passe a agir como ferramenta de forma e deixe atrás de si a superfície da peça fortemente encruada, o que prejudica o acabamento. Além disto, os desgastes em sulco modificam a forma da ponta da ferramenta, o que tem consequências imediatas no acabamento superficial da peça;

4. O material da peça na ponta da ferramenta está sujeito a uma alta tensão normal e fluirá para os lados para aliviar esta tensão (fluxo lateral de cavaco). Este fenômeno prejudica o acabamento superficial particularmente no caso da usinagem de metais dúcteis, como por exemplo ligas de alumínio.

O item 1 é o principal foco de estudo deste trabalho, por isso vamos discorrer sobre a contribuição da geometria da ponta da ferramenta e do avanço por volta na rugosidade da peça, a qual é chamada rugosidade teórica (R_{th}).

2.1. Cálculo da rugosidade teórica

A componente da rugosidade superficial devida a geometria da ponta da ferramenta pode ser facilmente calculada. A Figura 1 mostra uma vista ampliada desta ponta.

Quando o raio de ponta é grande e o avanço é pequeno a rugosidade máxima teórica pode ser dada pela Eq. (1):

$$R_{max}(th) = r_\epsilon - \left(r_\epsilon^2 - \frac{fn^2}{4} \right) = \frac{fn^2}{8r_\epsilon} \quad (1)$$

Onde:

$R_{max}(th)$: rugosidade máxima teórica [μm];

r_ϵ : raio de ponta da ferramenta [mm];

fn : avanço de corte da ferramenta [mm/rot].

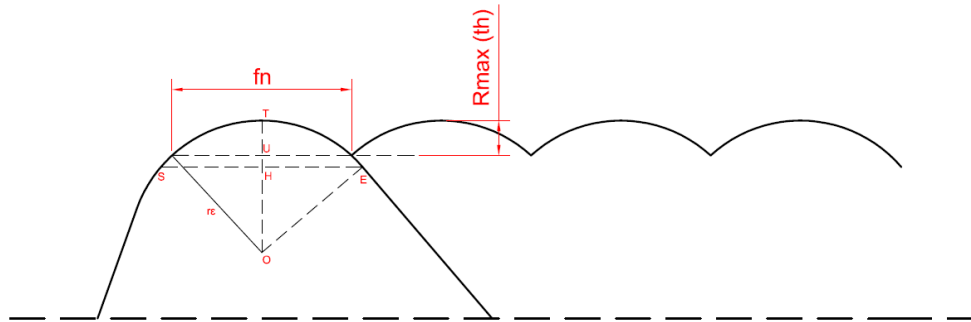


Figura 1. Vista ampliada da ponta de corte (Fonte: adaptado de Shaw, 1986)

Da Figura 1 é evidente que a Eq. (1) é válida dentro do intervalo onde $f/2 < EH$ ou

$$0 < \frac{f}{r_\epsilon} < 2 \operatorname{sen} X_l \quad (2)$$

Onde:

X_l : ângulo de posição da ferramenta.

Este intervalo de $f/2$ engloba a maior parte das operações de acabamento em torneamento.

Do mesmo modo pode-se calcular a rugosidade média aritmética teórica $R_a(th)$ obtida pela Eq. (3):

$$R_a(th) = \frac{fn^2}{18\sqrt{3}r_\epsilon} \quad (3)$$

2.2. Técnica de “corte por overlap”

Vajpayee (1981), desenvolveu uma técnica para reduzir a amplitude da rugosidade teórica, a qual denominou corte por “overlap”. Na figura 2, ACB corresponde a rugosidade teórica deixada na peça por uma passada anterior da ferramenta. Se repassarmos a ferramenta sem nenhuma mudança de avanço e profundidade de corte igual a zero, mas com um ponto inicial controlado de tal maneira que o corte se dê entre posições da ferramenta de corte anterior, como

mostrado na figura 2, a rugosidade máxima teórica irá reduzir de h (altura da crista do primeiro passe) para h_0 (altura da crista no segundo passe).

A relação $q = bb' / (f/2)$ pode ser chamada de fator de “overlap”; o valor de q está sempre entre 0 e 2.”

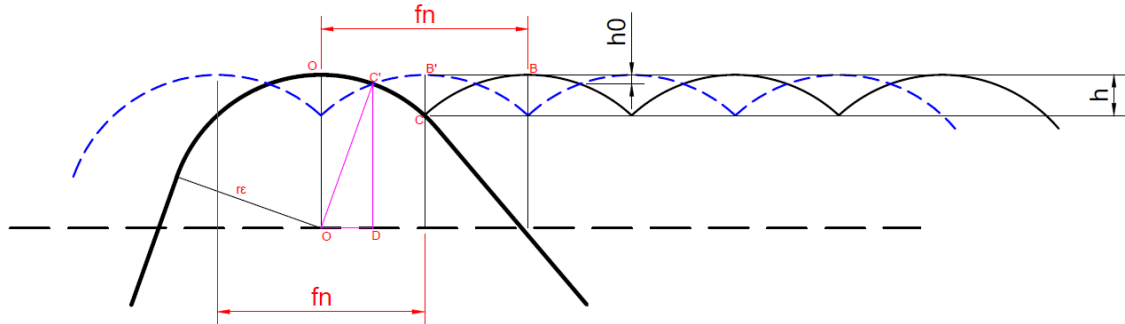


Figura 2. Perfil da peça usando-se a técnica do “overlap” (Fonte: adaptado de Vajpayee, 1981)

Do triângulo OC'D da Figura 2 obtém-se a seguinte Eq. (4)

$$(C'D)^2 = r_\epsilon^2 - \left(\frac{fn - q \cdot \frac{fn}{2}}{2} \right)^2 = r_\epsilon^2 - \frac{fn^2}{4} \left(1 - \frac{q}{2} \right)^2 \quad (4)$$

Portanto o valor da redução da crista será dado pela Eq. (5):

$$h_0 = r - \left[r^2 - \frac{f^2}{4} \times \left(1 - \frac{q}{2} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (5)$$

Para $q = 0$ (sem overlap), a Eq. (5) reduz-se à Eq. (1).

Para $q = 1$ (máximo overlap):

$$h_0 = r - \left[r^2 - \frac{f^2}{16} \right]^{1/2} \quad (6)$$

Onde:

q : fator de overlap [adimensional];

$C'D$: distância do raio de ponta até a intersecção das cristas [mm];

h_0 : redução da crista [mm].

Utilizando-se este método, pode-se substituir uma operação de acabamento com um avanço, por exemplo, de 0,2 mm/volta, por duas passadas com avanço de 0,4 mm/volta mantendo-se a mesma rugosidade superficial, pois:

Para $f = 0,2$ mm/rot :

$$R_{max}(th) = \frac{f^2}{8r} = 5\mu m \quad (\text{para } r = 1 \text{ mm})$$

$$R_{max}(th) = 1 - \left(1 - \frac{0,4^2}{16} \right)^{\frac{1}{2}} = 5\mu m \quad (\text{para } r = 1 \text{ mm})$$

Assim poder-se-ia executar a passada da ferramenta em desbaste, anterior ao acabamento, já no diâmetro final da peça, repassando-a no mesmo diâmetro e com o mesmo avanço daquele usado, podendo utilizar-se, nesta passada, uma velocidade de corte maior, pois a quantidade de material a ser removida é mínima (profundidade de corte nula ou zero). Com isso, teoricamente, manter-se-ia a rugosidade superficial com uma diminuição do tempo da operação com relação a operação de acabamento comum.

Este método carece de uma verificação experimental, pois parte do princípio que a profundidade de corte da primeira passada do “overlap”, que seria maior que a profundidade do acabamento convencional, não influi na rugosidade

da peça. Além disso, não é fácil conseguir-se garantir a repassada da ferramenta no mesmo diâmetro, defasada da metade do avanço, com maior velocidade de corte.

A discussão acima é baseada na pressuposição que tanto a peça quanto a ferramenta são idealmente posicionadas. Mas isso nem sempre é verdadeiro. Na realidade existem erros de fixação da peça e ferramenta, bem como vibrações do sistema máquina – ferramenta – dispositivo de fixação – peça, que causam um deslocamento relativo entre a peça e ferramenta, o que conduz a uma modificação do perfil de rugosidade superficial.

3. DADOS EXPERIMENTAIS UTILIZADOS

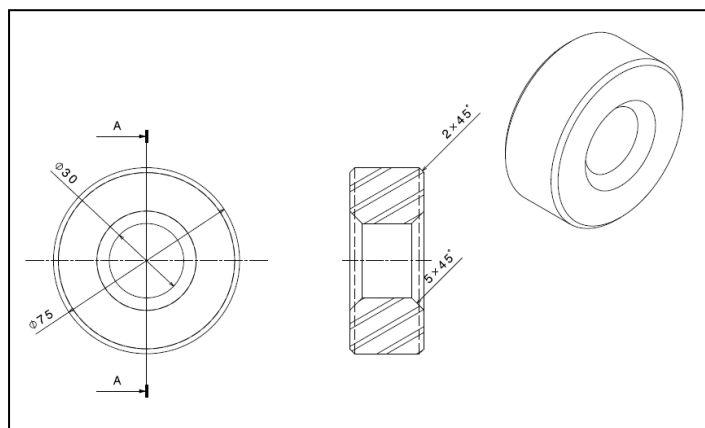


Figura 3. Dimensões do corpo de prova

Conhecido as propriedades do material coletados por análises antecipadas de Composição química, Análise metalográfica, Ensaio de tração e Ensaio de dureza Brinell.

Foi realizada a usinagem pelo processo de torneamento (faceamento e cilindramento), em torno CNC, para a confecção do corpo de prova, cujo objetivo é justificar a eficiência das estratégias especiais de torneamento empregado a partir da técnica de corte por "overlap" na peça de alumínio 5052, procurando dessa forma melhorar o acabamento superficial, propondo soluções mais produtivas através dos resultados experimentais.

A máquina utilizada para usinagem dos corpos de prova mostrados na Figura 3, foi um Torno CNC ROMI, Galaxy10, 10 CV, 35 a 6.000 rpm, Comando Fanuc 21iT, usinagem com fluido de corte (Blaser Swisslube - Blasocut BC20 - concentração 8-10% - pH8,7/9,5).

As propriedades do material já foram estabelecidas e estudadas tendo como mesmas características o material de boa usinabilidade tratado no trabalho do Wendel (2016).

Assim, foi escolhida uma ferramenta com código do suporte interno de aço para acabamento (Torneamento ISO) A16R SVUBR/L11 EB (Sandvik) e código do inserto para acabamento de alumínio (sem cobertura) VCGX 110304 -AL H10 (Sandvik). Para as condições de corte eficientes e econômicas, utilizou-se como referência o trabalho do Wallyson (2015), assim como condição padrão tem-se um $vc = 250$ m/min, $f = 0,1$ mm/rotação e um ap que varia de 0,2 – 0,6 mm para atingir um acabamento superficial abaixo de 0,8 μ m.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No caso do alumínio material muito ductil e de grande deformação plástica, a altura máxima da rugosidade se dá maior que a rugosidade teórica pois depende das propriedades do material.

A partir desta discussão foram realizados ensaios para atingir a rugosidade desejada com máxima eficiência e produtividade, utilizando as formulações prevista por Vajpayee (1981) e esclarecidas por Diniz (1989).

Então, pensou-se inicialmente em como posicionar idealmente a peça e a ferramenta em velocidade de rotação diferente, considerou-se os erros de fixação da peça e ferramenta. Além disso, tentou-se verificar se a técnica por "overlap" nas mesmas condições de corte fará com que a rugosidade diminua, e se caso esta rugosidade diminuísse ainda mais qual seria o avanço máximo e velocidade de corte máxima permitida, estabelecendo para isso um limite de rugosidade igual ou abaixo de 0,8 μ m. A partir desta necessidade e após várias tentativas, elaborou-se o seguinte programa CNC:

Programa CNC
O0001 (Técnica de overlap);
N10 #1 = 0.1 (Avanço por rotação);

N20 #2 = 3000 (velocidade de rotação);
 N30 #3 = 180000 (defasagem angular da primeira entrada em que 1000 corresponde a 1°);
 N40 G57 G21 G40 G90 G95;
 N50 G0 X150 Z150;
 N60 T0101;
 N70 G97 S3000 M3 M8;
 N80 G0 X35 Z10;
 N90 G33 Z-35 F#1;
 N100 G0 X20;
 N110 Z200;
 N120 M00;
 N130 G97 S#2 M3 M8;
 N140 G57 G0 X35 Z10;
 N150 G33 Z-35 F#1 Q#3;
 N160 G0 X20;
 N170 Z10;
 N180 G0 X150 Z150;
 N190 M30;

Utilizando-se o comando G33, que permite cortar roscas cônicas e em espiral, com roscas de passo reto. A velocidade do fuso é lida pelo codificador de posição do fuso em tempo real e convertida na velocidade de avanço de corte (f_n) (modo de avanço por minuto), à qual a ferramenta será, então, deslocada. (ROMI, 2014)

Em geral, a abertura de rosca é repetida ao longo do mesmo caminho da ferramenta, desde o corte grosseiro até o corte de acabamento de um parafuso. Ima vez que a abertura de roscas é iniciada quando o codificador de posição é instalado no fuso transmite um sinal para 1 volta, o processo de abertura de roscas é iniciado em um ponto fixo e o caminho da ferramenta na peça não é alterado durante as repetidas aberturas de roscas. Ter em atenção que a velocidade do fuso tem de permanecer constante desde o corte grosseiro até o corte de acabamento. Não sendo assim, o passo da rosca é incorreto. (ROMI, 2014)

A tabela 1, apresenta as faixas admissíveis para os passos de rosca.

Tabela 1. Faixas de dimensões admissíveis para os passos de rosca (ROMI, 2014)

	Menor incremento de comando
Entrada em mm	De 0,0001 a 5000000mm
Entrada em polegadas	De 0,000001 a 9999999 polegadas

O ciclo G33 utilizado neste programa será para garantir o posicionamento da ferramenta na usinagem da peça tanto no 1° passe como no 2° passe, assim os passes devem passar defasados de 0° e 180, para um $q=0$ e $q=1$, respectivamente. Para tanto àqueles testes que tiverem rotações modificadas para o segundo passe e $f_n > 0$, 2 mm/rot irão obter rugosidades superiores a 0,8 μm .

Diversos testes foram realizados num total de 48 deles, sendo repetidos 3 vezes cada, porém compilou-se os dados mais proeminentes, como apresentado na tabela 2, para validação do método e discussão dos resultados enquanto que os demais valores foram justificados ao decorrer do trabalho.

Utilizando a formulação dos autores para determinar a rugosidade teórica utilizando a técnica de overlap combinado as equações (1) e (5), encontra-se na tabela 3 as seguintes relações:

O passe de overlap diminuiu a crista expressivamente em todos os testes realizados, exceto para os casos não usuais e previstos pela literatura, como avanços muito baixos ($f_n=0,1\text{mm/rot}$), ou avanços altos com variação da velocidade de rotação do fuso (teste 3) e para $q = 0$.

Assim como citado no manual do fabricante que se refere ao funcionamento do ciclo G33, mostrou-se que se aumentarmos o parâmetro “rpm” o fuso gira fora de sincronia, impossibilitando um controle preciso da posição da ferramenta para a quebra da crista, de forma a obter um $R_a > 0,8 \mu\text{m}$.

Tabela 2. Ensaios comparativos entre padrão inicial e passe por overlap (passe2)

TESTE	PASSE	fn (mm/rot)	rpm	Ap (mm)	Ra(μm)	Diâmetro interno do corpo de prova (mm)	Diâmetro interno do corpo de prova (mm) - Programado (CNC)
Padrão Inicial (Wallyson,2015)							
0	1	0,1	3000	0,2	0,705	24,995	25
Ciclo de rosca G33 com defasagem de 180°, balanço da ferramenta = 45mm para q = 1 e ap < r _e ;							
1	1	0,1	3000	0,2	0,611	26,405	26,400
	2	0,1	3000	0	0,473	26,410	
2	1	0,2	3000	0,2	3,410	26,570	26,6
	2	0,2	3000	0	1,801	26,595	
3	1	0,3	3000	0,2	8,140	26,34	26,4
	2	0,3	4200	0	7,184	26,36	
Ciclo de rosca G33 com defasagem de 180°, balanço da ferramenta = 45mm para q = 1 e ap = r _e ;							
4	1	0,2	3000	0,4	3,142	29,38	29,4
	2	0,2	3000	0	0,797	29,4	
Ciclo de rosca G33 com defasagem de 180°, balanço da ferramenta = 45mm para q = 1 e ap > r _e ;							
5	1	0,1	3000	0,6	0,541	33,83	33,84
	2	0,1	3000	0	0,349	33,835	
6	1	0,2	3000	0,6	3,418	32,6	32,6
	2	0,2	3000	0	0,710	32,615	
Ciclo de rosca G33 com defasagem de 0°, balanço da ferramenta = 45mm para q = 0;							
7	1	0,2	3000	0,6	3,214	30,18	30,2
	2	0,2	3000	0	3,179	30,18	

Tabela 3. Cálculo da rugosidade teórica obtidos através dos ensaios práticos.

Fator de “overlap” (q)	fn (mm/rotação)	Ra (μm)	Rmax (μm)
1	0,1	0,782	-----
	0,2	3,137	-----
	0,3	7,094	-----
0	0,3	-----	12,5

Mostrou-se pelo teste 4 para um $fn = 0,2$ mm/rot e $ap = 0,4$ mm obtém-se um $Ra < 0,8$ μm, as cristas quebram na metade da altura total do perfil, enquanto com $ap < r_e$ as cristas quebram menos, assim não se fez necessário apresentar os resultados para avanços menores pois a tendência é que a rugosidade diminua ainda mais;

Vimos pela Fig. 5. Perfil de rugosidade primeiro passe que no primeiro passe a aresta principal e o raio de ponta cortam a peça, já no segundo passe, exibido pela Fig. 4. Perfil de rugosidade q=1 ocorre o seguinte: o ângulo de posição interfere na quebra da crista auxiliada pela aresta secundária, bem como nos testes 5 e 6 que atingiram baixas rugosidades.

Verificou-se que para um $q = 0$ e $ap > r$ (maior contribuição da aresta secundária e do ângulo de posição) não houve redução da rugosidade, como era de se esperar, já que as cristas coincidem no segundo passe, deixando a rugosidade muito acima que o padrão inicial, o que comprova que se quebrarmos as cristas deixadas pela passada anterior da ferramenta o acabamento superficial melhora.

Vê-se, no teste 7 da Tab. 2, ainda que para um $a_p >$, $<$ ou $= r_e$ a variação de rugosidade foi superior a $0,4 \mu\text{m}$ e a exatidão dimensional de $-0,02$ demonstrando a baixa eficiência do método para um $q = 0$ (sem defasagem ou quebra de crista)

Como pode-se observar na tabela 4, com este método pode-se substituir uma operação de acabamento com o dobro de avanço do padrão inicial e uma profundidade de corte $2/3$ maior que o raio de ponta em duas passadas, sendo a última com $a_p = 0$, para atingir a mesma rugosidade e tempo de corte do padrão inicial, ou então utilizar o mesmo avanço (f_n) e atingir a metade da rugosidade, como exibido na figura 6 em que $h_0 < h$, características semelhantes as pastilhas alisadoras (Wiper), exceto que na técnica de aplicada é necessário um passe a mais da ferramenta. Além disso as pastilhas alisadoras (wiper) podem ser utilizadas em máquinas convencionais enquanto a técnica de overlap tem mais eficiência em máquinas a comando numérico, que depende da precisão do sincronismo do fuso e ferramenta.

Tabela 4. Exemplo de aplicação do método de corte por overlap comparado com um padrão inicial (referente ao teste 6 da tabela 2).

Parâmetros	Padrão Inicial	Overlap – teste 6	Overlap – teste 5
f_n (mm/rot)	0,1	0,2	0,1
R_a (μm)	0,705	0,710	0,349

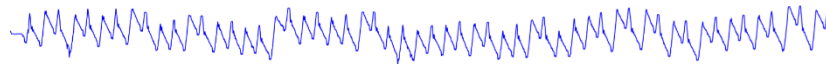


Figura 4. Perfil de rugosidade $q=1$

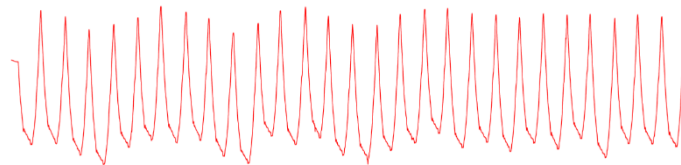


Figura 5. Perfil de rugosidade primeiro passe

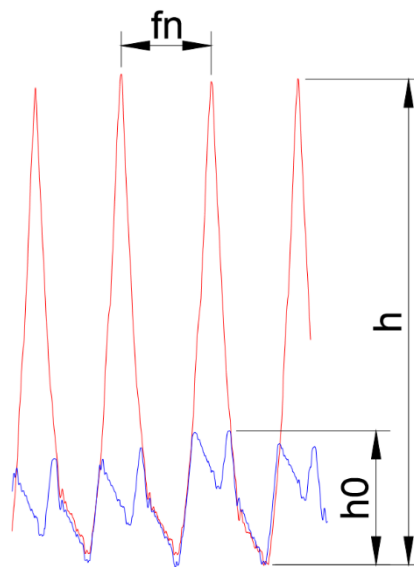


Figura 6. Perfil de rugosidade sobreposto 1º passe e $q=1$

5. CONCLUSÃO

A melhor situação foi com um $f_n = 0,2$ mm/rot; $a_p = 0,6$ mm e $v_c = 250$ m/min encontradas durante a execução do teste 6, verificou-se que o $R_a < 0,8$ μ m, $T_c = 0,15$ min é igual para à condição padrão, no entanto o passe final do desbaste será pouco menor já que o a_p de acabamento é 3 vezes maior, não demonstrando ganho real de produtividade. Além disso, o método não segura medidas apertadas com exatidão milésima, visto na tabela 2.

Outra observação importante é dizer que para correta aplicação da técnica a pastilha de acabamento deve ser utilizada e não a de desbaste, pois podemos deduzir que a geometria da pastilha auxiliada pelo ângulo de posição e formato em vê possibilitam o corte e aplicação da técnica.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Escola e Faculdade de Tecnologia SENAI ROBERTO MANGE pelo apoio e ao professor Dr. Anselmo Diniz da Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP pela ajuda e orientação.

7. REFERÊNCIAS

- FERRARESI, D. Fundamentos da usinagem dos metais. 14. ed. São Paulo: Blucher, 2011.
 DINIZ, A. E.; MARCONDES, F. C.; COPPINI. Tecnologia da usinagem dos materiais. 5. ed. São Paulo: Artliber, 2010.
 DINIZ, A. E. A rugosidade superficial da peça em processos de torneamento: critério de fim de vida da ferramenta e fatores de influência. Tese de Doutorado, Unicamp. Campinas, Brasil: 1989
 MACHADO, A. Comando numérico aplicado as máquina-ferramenta. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1986
 SANTOCHI, M, TINCANI, V. FANTONI, G. Direct bar code writing in turning operation. 2nd CIRP Global Web Conference, Department of Civil and Industrial Engineering, University of Pisa, Pisa, Italy: 2013.
 ROMI LTDA, Manual de operação – 21iT – GFZ – 63084PO/01, São Paulo, Brasil, 2014
 SHAW, M. C. Surface Finish. In Metal Cutting Principles. New York, Oxford University Press, 1986. Cap 17, p. 487 - 543
 Vajpayee, S. Analytical Study Surface Roughness in Turning Wear. Lausanne, 70: 165 -75, 1981.

8. RESPONSABILIDADE AUTURAL

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.

VALIDATION OF THE “RE-FINISHING” TECHNIQUE IN ALUMINUM ALLOY FROM 5052 FAMILY

Wendel Leme Beil, wendelleme@yahoo.com.br¹

Wallyson Thomas Alves da Silva, wallyson.silva@sp.senai.br²

Fábio Kuranaka, fabio.kuranaka@sp.senai.br³

¹ UNICAMP, Universidade Estadual de Campinas - Rua Mendeleev, 200- Cidade universitária “Zeferino Vaz” – Campinas- SP, wendelleme@yahoo.com.br

² SENAI, Escola e Faculdade de Tecnologia SENAI “Roberto Mange”, Rua Cícero Canuto de Lima, 71 – São Bernardo- Campinas- SP, wallyson.silva@sp.senai.br

³ SENAI, Escola e Faculdade de Tecnologia SENAI “Roberto Mange”, Rua Cícero Canuto de Lima, 71 – São Bernardo- Campinas- SP, fabio.kuranaka@sp.senai.br

Abstract. This paper is willing to investigate and validate the Vajpayee (1981) technique aiming to reduce the theoretical surface roughness amplitude, denominated “re-finishing”, it is a used method to increase the productivity and to obtain low surface roughness, due to the cutting time decreasing, as is used the strategy to machining with a rough-turning feed rate an high speed of cutting to obtain finish surface roughness. As result, this paper found practical and efficient ways to apply the technique along to the new numeric control machines technologies, even if in aluminum alloys which contain high ductility, which could cause difficulties to the second pass act as a null deep of cut. Apart from that choose that methodology active really good results ($R_a < 0,8 \mu$ m) when the program parameters is modified (Threading cycle), and with a rigid process control (cutting conditions, mechanical properties of the material and fixation system) have been already established.

Keywords: theoretical surface roughness, “re-finishing”, Threading cycle