

Ablação de metais com pulsos laser de femtosegundo

Leandro Matioli Machado e Wagner de Rossi
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN

INTRODUÇÃO

A escala de tempo característica para a relaxação elétron-fonon em metais, está entre um e centenas de picosegundos. O melhor entendimento dos fenômenos que ocorrem nesta escala de tempo, quando se trata de processamento de materiais a laser, poderá virtualmente levar a processos ou “usinagens” de metais, verdadeiramente livres de rebarbas ou de zona afetada pelo calor.

OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo o estudo das características de corte do molibdênio puro utilizando-se pulsos laser ultracurtos, da ordem de dezenas de femtossegundos. Procurou-se determinar, principalmente, a ocorrência e extensão da zona afetada pelo calor (zac) nas proximidades da região de corte. Este estudo foi feito para diferentes regimes de processo, ou seja, diferentes larguras temporais, densidades de energia e velocidades de processo.

METODOLOGIA

Foram feitos cortes em placas de molibdênio de 0,5 mm de espessura com pulsos laser de largura temporal de 0,6 ms, 0,8 ms e 60 fs, posteriormente foram feitos ensaios de microdureza na região da borda do corte e um ataque químico para visualização da microestrutura para uma caracterização qualitativa da zac.

RESULTADOS

O aquecimento do material até uma certa temperatura e a sua manutenção por um certo tempo, provoca um rearranjo da microestrutura. A estrutura cristalina dos grãos e do próprio contorno de grão é modificada nesse processo. Uma diferença na microestrutura perto da região de interação em relação à matriz causa uma

diferença de dureza do material. Uma medida de microdureza pode, portanto, mostrar qualitativamente quanto o calor gerado na interação afetou a microestrutura do material.

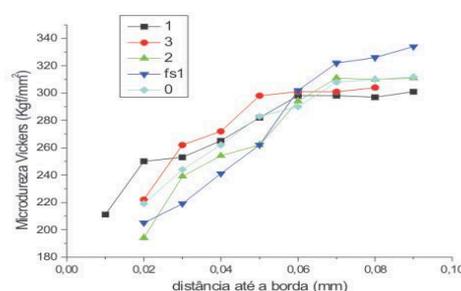


Figura 1: Microdureza em função da distância até a borda do corte para os pulsos longos (0, 1, 2 e 3), e para a interação de alta fluência com o laser de femtosegundo (fs1)

A Fig. 1 mostra a microdureza em função da distância da borda do corte para as amostras cortadas com pulsos de 0,6 e 0,8 ms, com energia da ordem de 1J; e 60fs com 400μJ. Não foi observada diferença distinguível nos valores similares de dureza. Foram obtidos os mesmos para os pulsos de femtossegundos.

No uso de pulsos ultracurtos espera-se zac desprezível. O fato disto não ter acontecido pode ser devido ao uso de um regime de alta fluência, ou seja, a fluência por pulso foi muito maior que a fluência de limiar de ablação para esse material. Esse efeito é descrito em [1].

Os dados da Fig. 2 mostram medidas de microdureza na região da borda do corte para uma amostra (fs2) irradiada com pulsos de fs, mas com energia de 50mJ, resultando numa fluência muito mais baixa que a usada na amostra (fs1). Nessa amostra não foi possível observar diferença significativa na microdureza em função da distância à borda de corte.

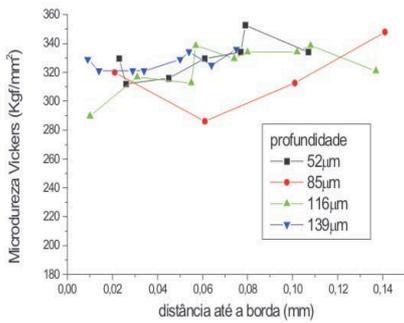


Figura 2: Microdureza em função da distância à borda para diferentes distâncias à superfície de corte. Interação de baixa fluência. Amostra fs2

Pode ser observado a partir da Fig. 3 uma diferença significativa na microestrutura perto da borda de corte em relação a matriz, os grãos estão maiores, mostrando aquecimento dessa região.

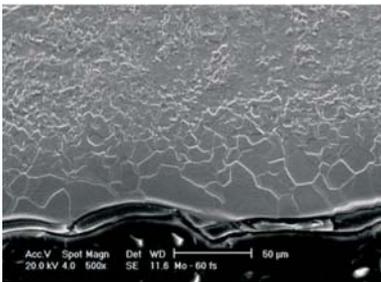


Figura 3. Amostra irradiada com pulsos de fs em regime de alta fluência (Mo - 60fs)

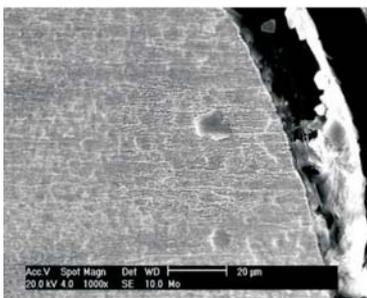


Figura 4. Borda de corte com pulsos de 60fs com regime de baixa fluência

Na figura 4, onde a amostra foi cortada usando pulsos de fs com baixa fluência, não é possível observar diferença na microestrutura mesmo muito perto da borda de corte.

CONCLUSÕES

Esse trabalho mostrou que variações na largura temporal de pulsos da ordem de ms não causaram diferença no tamanho da zac. E zona afetada pelo calor praticamente inexistente pode ser obtida usando-se pulsos de fs em regime de baixa fluência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] S. Nolte, C. Momma, H. Jacobs, A. Tunnermann, B. N. Chichkov, B. Wellegehausen, and H. Welling, "Ablation of metals by ultrashort laser pulses," J. Opt. Soc. Am. B 14, 2716- (1997)

APOIO FINANCEIRO

CNPq/PIBIC