

Visualização do Impacto de Gotas de Óleo Solúvel Contra Filmes de Óleo Líquido

Fábio de Souza Alves¹ e Edson Del Rio Vieira²

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, UNESP
CP31, 15835000, Ilha Solteira, SP, Brasil
¹fsalves@aluno.feis.unesp.br, ²delrio@dem.feis.unesp.br

Em diferentes operações de usinagem de metais é amplamente utilizado uma solução de água e óleo mineral solúvel em diferentes concentrações objetivando facilitar a retirada de calor da peça e da ferramenta e a extração do cavaco. O jato de óleo refrigerante ao chocar-se contra a peça em movimento relativo com a ferramenta perde sua coalizão formando gotas, relativamente grandes, que são lançadas em diferentes direções com moderadas velocidades. O choque dessas gotas contra as paredes rígidas da máquina ferramenta ou contra depósitos de óleo gera micro gotas que, sob determinadas circunstâncias, permanecem em suspensão na atmosfera tornando insalubre o ambiente de trabalho [1].

Neste trabalho, as imagens do impacto de uma gota de óleo de corte, em velocidade terminal, contra um filme de óleo são capturadas utilizando-se uma técnica denominada de fotografia ultra-rápida. O aparato experimental é apresentado na Figura 1. Um dispositivo de controle de sincronismo e retardo, construído pela equipe de trabalho, permite um controle de até 0,0001 s e encontra-se conectado com uma unidade de flash eletrônico *SpeedLight* com um tempo de disparo de 0,00004 s. As imagens foram obtidas com o auxílio de uma câmera *Nikon F4s* SLR equipada com uma objetiva *Nikor* macro de 110 mm utilizando-se filmes *Kodak T-max* 400, revelado com revelador *Kodak T-max RS* que alia grão extra-fino com um excelente contraste de imagem, que foram digitalizadas em 8 bits (236 tons de cinza).

A velocidade terminal de queda livre da gota (V_T), bem como o sua forma geométrica, são determinadas pela análise das imagens obtidas nos instantes imediatamente anterior ao impacto. A figura 2 apresenta uma seqüência de 3 imagens consecutivas da gota em queda livre obtidas com um intervalo de tempo conhecido (Δt) entre elas. Medindo-se diretamente na imagem, com auxílio de um padrão, o deslocamento da gota (Δx), a velocidade terminal é definida como $V_T = \Delta x / \Delta t$. A análise da imagem permite também obter a relação (r) entre os diâmetros horizontal (D_H) e vertical (D_V) da gota. O diâmetro equivalente (D) é dado por $D = (D_H^2 D_V)^{1/3}$.

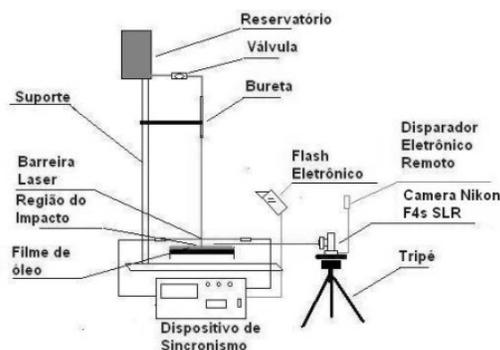


Fig.1 Esquema simplificado da montagem experimental

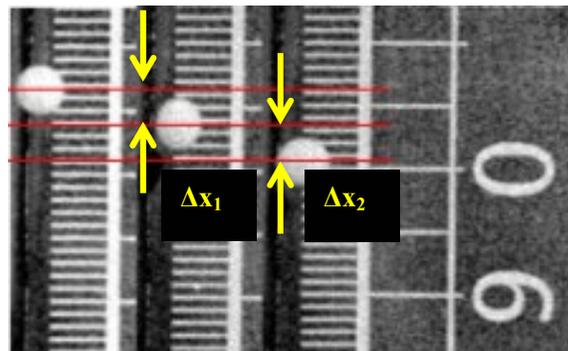


Fig.2 Determinação da velocidade terminal na queda livre da gota de óleo

As Figuras 3 e 4 mostram dois exemplos de seqüências de imagens do impacto de gotas de óleo solúvel contra um filme de óleo de corte de 8,0 e 0,5 mm, respectivamente, com iguais concentrações do óleo solúvel na proporção de 10:1, recomendada pelo fabricante do fluido.

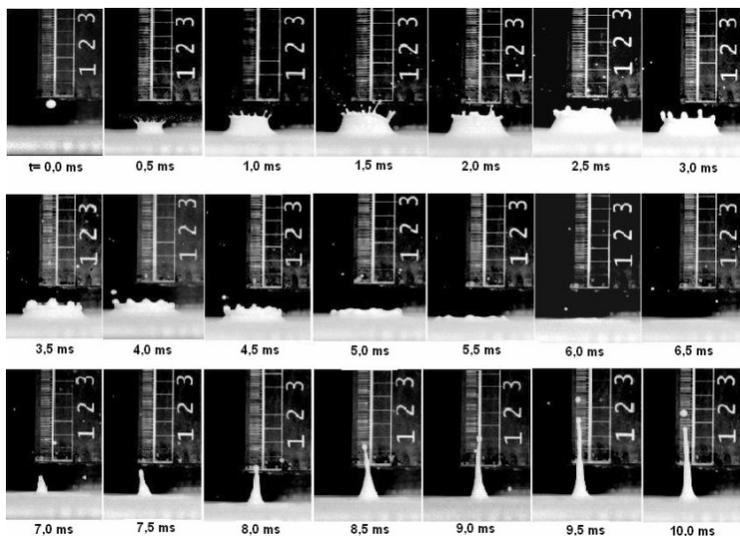


Fig.3 Impacto da gota de óleo solúvel na proporção 10:1 contra um filme de 8,0 mm de camada de óleo – $Re \approx 1200$, $r=1,15$, $D = 3,2$ mm, $We = 4400$.

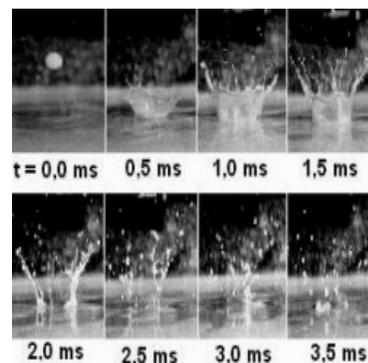


Fig.4 Impacto contra um filme de 0,5 mm $Re \approx 700$, $r = 1,15$, $D = 3,4$ mm, $We = 1320$

Observamos que para um filme de óleo de 8 mm de profundidade houve a formação do *splash* gerando a coroa e as gotas satélites, além do jato de Rayleigh, como descrito em [2]. Para um filme de óleo de 0,5 mm de espessura o fenômeno ocorre de mais rapidamente não havendo a produção do jato de *Rayleigh*, entretanto com a formação mais numerosa de gotas satélites favorece sobremaneira o aparecimento de micro gotas em suspensão na atmosfera.

Da análise das imagens digitais e comparando-se com imagens padrões determina-se a forma geométrica da gota. A área projetada e o volume da gota são obtidos através de integração numérica. A tensão superficial da solução de óleo é determinada com o auxílio de um tensiômetro de anel e a sua viscosidade através de um viscosímetro de esfera.

Em grandes indústrias com numerosas máquinas ferramentas executando simultaneamente diferentes operações de usinagem, o *fog* de óleo observado no ambiente de trabalho representa um problema ambiental, gerando insalubridade e aumentando os custos devido ao desperdício de óleo de corte para a atmosfera. A instalação de filtros adequados torna-se então uma necessidade para esse tipo de indústria. O conhecimento dos mecanismos associados à formação da suspensão de óleo no ar pode prover uma metodologia de supressão ou minimização do fenômeno.

REFERÊNCIAS

- [1] Eguti, C. C. A. e Vieira, E. D. R., **Oil Droplets Impacting Against Smooth Surfaces**, *17th International Congress of Mechanical Engineering*, São Paulo, Brasil, (2003).
- [2] Prosperetti, A., Oguz H. N, **The impact of drops on liquid surface and the underwater noise of rain**, *Annu. Review Fluid Mech.* 1993-25, 577-60.