



15° Congresso de Iniciação Científica

ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO MQL (MÍNIMA QUANTIDADE DE LUBRIFICANTES)

Autor(es)

LEONAM JOÃO LEAL DE PAULA

Orientador(es)

Milton Vieira Júnior

Apoio Financeiro

PIBIC

1. Introdução

Nos últimos anos, o consumo de energia, a poluição do ar e os resíduos industriais têm despertado especial atenção por parte das autoridades públicas. O meio ambiente tornou-se um dos assuntos mais importantes dentro do contexto da vida na atualidade, pois sua deterioração implicará em danos para a humanidade. Motivados pela pressão dos órgãos ambientais, os parlamentos têm elaborado leis cada vez mais rigorosas no sentido de proteger o meio ambiente e preservar os recursos energéticos. Todos esses fatores citados anteriormente, têm influenciado as indústrias, centros de pesquisas e universidades a pesquisarem processos de produção alternativos, criando tecnologia que minimizem ou evitem a produção de resíduos que agridam o meio ambiente. Os fluidos refrigerantes para usinagem baseados em emulsão ainda são usados em grande quantidade na indústria de processamento metal-mecânica, gerando elevados custos de consumo e de descarte, além do prejuízo ambiental. A necessidade cada vez maior de uma técnica de produção não agressiva ao meio ambiente e o crescimento rápido dos custos de disposição dos fluidos de corte tem justificado a demanda por uma alternativa ao processo de usinagem com fluido. Entretanto, na última década tem se intensificado cada vez mais as pesquisas a fim de se restringir ao máximo a aplicação dos fluidos de corte na usinagem. As principais causas dessa tendência são os custos gerados pela aplicação dos fluidos, a preservação do meio ambiente e a preservação da saúde dos operados de máquina KLOCKE (1998). Para que se possa minimizar a utilização dos fluidos de corte, existem duas técnicas que têm sido amplamente pesquisadas no intuito de se apresentarem como alternativas: a usinagem a seco (completamente sem fluido de corte) e a usinagem com a mínima quantidade de lubrificante (MQL). A função específica do fluido de corte no processo de usinagem é a de proporcionar lubrificação e refrigeração, que minimizem o calor produzido entre a superfície da peça e a da ferramenta. Ao se abrir mão do uso destes fluidos, a sua influência positiva na usinagem também perde o efeito, pois o fluido de corte é um importante

parâmetro tecnológico na usinagem. A sua redução drástica ou até a completa eliminação, certamente poderão ocasionar aumento de temperatura nos processos, queda de rendimento da ferramenta de corte, perda de precisão dimensional e geometria das peças e variações no comportamento térmico da máquina. Quando há utilização de ferramentas abrasivas, a redução de fluido de corte pode dificultar a limpeza dos poros do rebolo, propiciando a tendência de entupimentos dos poros, desta forma, contribuindo mais fortemente para os fatores negativamente citados. A importância relativa de cada uma das funções dependerá ainda do material usinado, do tipo de ferramenta utilizada (geometria definida ou não-definida), das condições de usinagem, do acabamento superficial e da qualidade dimensional e de forma exigida (MACHADO, 2000). DHAR, AHMED e ISLAM (2006) monitoraram o torneamento de aço AISI 1040 a fim de investigar o desempenho da usinagem a seco e com MQL nas medições das forças de corte, acabamento superficial e desvio dimensional. Eles concluíram que a usinagem MQL se comportou melhor que a usinagem a seco principalmente pelo fato de contribuir para a diminuição da temperatura de usinagem e beneficiar a interação entre a ferramenta e o cavaco. Em seus resultados as forças de corte foram reduzidas de 5 a 15% com o uso do MQL, houve diminuição do desgaste de flanco e também houveram melhores resultados de acabamento superficial e precisão dimensional. RAHMAN, KUMAR e SALAM (2002) investigaram os efeitos da usinagem MQL em operações de fresamento e concluíram que a usinagem MQL é uma técnica economicamente e ambientalmente favorável quando são aplicadas baixas velocidades de corte, avanço e profundidade como parâmetros de usinagem. Mesmo o MQL tendo despertado grande interesse dos pesquisadores pela motivação promovida pela questão ecológica, existem alguns pontos que devem ser discutidos para um melhor posicionamento no sentido da aplicação dessa técnica, tais como as partículas de óleo despejadas na atmosfera local devido a pulverização, e ao barulho gerado pela linha de ar comprimido que funciona intermitente (DINIZ, COPPINI e MARCONDES, 2001)

2. Objetivos

A técnica MQL vai ao encontro dos objetivos da indústria manufatureira que são aumentar cada vez mais a produtividade e reduzir os custos, metas que podem ser atingidas substituindo-se o uso abundante do fluido de corte por uma mínima quantidade de óleo, e ao mesmo tempo, atender aos requisitos ecológicos (SCANDIFFIO, 2000). O termo MQL é usado quando uma quantidade mínima de lubrificante/refrigerante misturado com ar é adicionada ao processo cortante; estas quantidades mínimas de fluido são suficientes para reduzir substancialmente o atrito na ferramenta e evitar a aderência no material. Assim o projeto propõe os seguintes objetivos de pesquisa: · Dar continuidade ao estudo da técnica de refrigeração MQL que vem sendo realizada; · Identificar as condições de utilização do MQL e as condições operacionais necessárias; · Desenvolver um dispositivo MQL que possa ser acoplado às máquinas CNC do Laboratório de Automação da Manufatura (LAM); · Estudar, com observações práticas, o comportamento das operações de usinagem realizadas com MQL; · Comparar o desempenho do sistema MQL a ser desenvolvido com um sistema comercial que foi doado ao LAM.

3. Desenvolvimento

O desenvolvimento do trabalho iniciou-se prosseguindo com a aquisição de conhecimentos sobre os aspectos teóricos dos tipos de refrigeração utilizados nos processos de usinagem: refrigeração abundante, refrigeração MQL e sem refrigeração e conhecendo os princípios de funcionamento desses sistemas a fim de propor um sistema que possa ser construído e utilizado em usinagens MQL. Após a proposição e desenvolvimento do sistema, foram iniciados os testes para comparação entre o equipamento desenvolvido e um equipamento comercial doado à UNIMEP. Os testes consistiram em aplicá-los no torneamento de aço ABNT 1045 e monitorar a força de corte e a emissão acústica geradas em diversas condições de lubrificação e com variados parâmetros de corte. O trabalho experimental foi realizado no laboratório de Automação da Manufatura (LAM) da UNIMEP campus Santa Bárbara d'Oeste. Os experimentos foram executados num torno Romi CENTUR 30 RV, equipado com comando numérico computadorizado Mach 8 com potência máxima de 7cv e rotação de 4000rpm. Os corpos de prova utilizados foram de aço laminado ABNT 1045 com diâmetro inicial de 25 mm e 195 mm de comprimento. Os parâmetros de corte estabelecidos foram,

avanço (f) de 0,3mm/rev; profundidade de corte (ap) de 0,1mm; e três valores de velocidade de corte (vc) de 220, 275 e 330m/min. Para as três combinações de parâmetros de corte foram aplicadas três condições de lubrificação: a seco, MQL e com fluido abundante. Para o monitoramento da emissão acústica, foi utilizado um sensor de EA SENSIS com unidade de tratamento de sinal BM-12 contendo um filtro passa-alta de 5kHz interligado a um sistema de aquisição de dados gerenciado por um microcomputador que utiliza o software LabView 7.2. A força de corte foi medida utilizando uma célula de carga piezoelétrica Kistler modelo 5007 montada sob o suporte da ferramenta. O amplificador de carga foi conectado a uma placa de aquisição A/D e interligado ao software LabView 7.2. Os equipamentos utilizados para o controle da Mínima Quantidade de Lubrificante (MQL) foram o nebulizador Tapmatic®, doado à UNIMEP pela própria empresa, e o sistema desenvolvido na pesquisa. No sistema comercial é possível regular a pressão e vazão do ar, e a vazão do fluido de corte. No sistema construído é possível regular a pressão e a vazão de ambos os fluidos. Foi montado um banco de ensaio para a realização dos experimentos, composto basicamente de um torno CNC, o sensor de emissão acústica, a unidade de tratamento de sinal de EA, bloco de conectores BNC, placa e programa de aquisição de sinais, célula de carga para a medição de força de corte, amplificador de carga, fonte de tensão digital e microcomputador com o apoio do software LabView 7.2 para aquisição do sinal de EA e de força de corte da ferramenta. O procedimento de aquisição dos sinais consiste em inicializar o software de aquisição junto com o programa de usinagem. Durante a usinagem, os sinais de força de corte e emissão acústica, são levados a um bloco de conectores BNC. Deste bloco, o sinal analógico de tensão é levado via cabo até uma placa de aquisição instalada em um microcomputador. Assim que a usinagem foi encerrada a aquisição também foi interrompida. Os sinais foram adquiridos com a taxa de aquisição de 200 pontos/segundos. Os pontos plotados nas figuras representam a RMS (VRMS) desses pontos já filtrados e amplificados. Os dados foram armazenados em arquivos da planilha eletrônica "Excel", para posterior análise e apresentação de resultados.

4. Resultados

Como resultados dos experimentos realizados têm-se gráficos com valores médios das grandezas monitoradas na usinagem. A figura 1 apresenta os valores medidos da força de corte para as três configurações de parâmetros de usinagem e das condições de lubrificação, que são: a seco, MQL com o equipamento comercial, MQL com o equipamento experimental desenvolvido e com fluido abundante. A figura 2 ilustra o gráfico obtido com os valores de emissão acústica monitorados. A legenda é similar ao gráfico anterior. Também foram utilizados valores médios de acordo com os pontos coletados. Os dados obtidos em ambas as medições revelam que a técnica MQL diminui os valores obtidos na usinagem a seco. Além disso mostra-se mais econômica e ambientalmente correta que a usinagem com fluido abundante.

5. Considerações Finais

Os resultados mostraram que ambos os sistemas MQL se mostraram eficientes em diminuir a força de corte e a emissão acústica, todos com redução na faixa de 5-10% em relação à usinagem a seco. O consumo mínimo de fluido provou que a usinagem MQL acarreta economia nos custos com fluidos e também contribui para a preservação ambiental. É esperado que a técnica MQL aplicada tenha aumentado o tempo de vida da ferramenta e tenha diminuído os desgastes envolvidos na estrutura da mesma por diminuir a fricção entre a interface de usinagem.

O sistema MQL desenvolvido apresentou comportamento satisfatório, porém ainda necessita de revisões de projeto pelo fato de ser o primeiro protótipo. Todos os componentes do equipamento foram obtidos no Laboratório de Automação da Manufatura (LAM), o que não acarretou em custos para sua construção.

Referências Bibliográficas

DHAR, N.R.; AHMED, M. T.; ISLAM S. An experimental investigations on effect o minimum quantity lubrication in machining AISI 1040 steel. International Journal of Machine Tools & Manufacture, 2006.

DINIZ, A.E.; COPPINI, N.L.; MARCONDES, F.C. Tecnologia da Usinagem dos Materiais. São Paulo: Artliber Editora, 2001. 1v.

KLOCKE, F. et al. Clean manufacturing technologies - The competitive edge of tomorrow?. The International Journal of Manufacturing Science & Production, v.1, n.2, p. 77-86, 1998.

MACHADO, A. R. et al. Vantagens e desvantagens do uso (ou não) de fluidos de corte. In: Congresso de Usinagem, Anais do Congresso 2000, São Paulo. 2000.

RAHMAN, M.; KUMAR, S.; SALAM, M. U. Experimental evaluation on the effect of minimal quantities of lubricant in milling. International Journal of Machine Tools & Manufacture, n. 42, p. 539-547, 2002.

SCANDIFFIO, L. Uma contribuição ao estudo do corte a seco e a o corte com Mínima Quantidade de Lubrificante (MQL) em torneamento de aço. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade de Campinas, Campinas, 2000.

Anexos



