



20º POSMEC

SIMPÓSIO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Texturização Superficial Eletroquímica sem Mascaramento com Finalidades Tribológicas

Autor(es)
Jakeline PARREIRA

Orientador:
Henara COSTA
Co-Orientador:
Carlos Alberto GALLO

A modificação da topografia superficial, gerando micro texturas com geometrias regulares, conhecida por microtexturização superficial, tem potencial de utilização em várias áreas da engenharia, tais como a melhora do aspecto estético de superfícies, a melhora da adesividade, a geração de superfícies superhidrofóbicas, a geração de superfícies com grande capacidade de absorção luminosa, etc. Em particular, a utilização de técnicas de texturização de superfícies com a finalidade de melhorar o desempenho tribológico de componentes mecânicos tem se intensificado na última década.

Estudos mostram a aplicação de superfícies texturizadas com finalidades tribológicas em campos como: a indústria automobilística, onde o aumento da eficiência de um motor automotivo pode ser alcançado pela melhora de sua lubrificação e a redução do atrito interno, uma vez que 30 a 40% do combustível gasto com transporte é utilizado para vencer o atrito nos anéis de pistão e nas engrenagens (Priest 2000) e o setor de próteses ou implantes corporais (Leiming Gao 2010).

A micro textura pode atuar, em condições de desgaste a seco, alojando os resíduos de desgaste do contato, e conseqüentemente, reduzindo o atrito e o desgaste. Em deslizamento lubrificado, a textura, além de atuar removendo resíduos de desgaste, funciona como micro reservatórios para o lubrificante, e influencia os mecanismos de lubrificação, gerando um aumento da pressão hidrodinâmica no contato e conseqüentemente uma elevação capacidade de carga do componente.

Ensaios tribológicos realizados por Costa e Hutchings (2007) evidenciaram este aumento da carga em contatos envolvendo lubrificação hidrodinâmica e conseqüentemente a melhora da lubrificação (Costa 2007).

As técnicas mais estudadas e desenvolvidas atualmente para a texturização de superfícies são a tecnologia a laser e a fotolitografia, porém ambas se mostram bastante onerosas para reprodução em escala industrial. Texturizações a laser, por exemplo, agregam altos gastos em energia, o equipamento é sofisticado com altos custos de manutenção, e o tempo demandado para confecção de texturas é grande. Além disso, a superfície produzida fora dos bolsos fica irregular devido à movimentação do material fundido para as laterais, e essas zonas termicamente afetadas necessitam de um processo adicional para a remoção. Na texturização química por fotolitografia a peça é usinada quimicamente em locais direcionados por uma máscara, que deve ser previamente aderida e posteriormente destruída a cada superfície a ser texturizada, demandando, portanto tratamentos pré e pós texturização, o que causa lentidão e onerosidade ao processo.

Este trabalho está sendo realizado com intuito de aprimorar uma técnica para confecção de micro cavidades em superfícies, a Texturização Eletroquímica, direcionando a texturização superficial à sua aplicação em larga escala.

Nos últimos cinco anos surgiram publicações utilizando princípios de usinagem eletroquímica na texturização de superfícies, dispensando a necessidade de mascaramento prévio dos substratos e com a possibilidade de texturizar grandes áreas compostas de inúmeras micro cavidades de uma só vez com tempos bastante reduzidos, tornando o processo mais competitivo para ser utilizado em escala industrial. (Schonenberger 2005; Roy 2007; Costa 2008; Nouraei 2008; Zhu D. 2009; Shuangqing Qian 2010).

O processo de usinagem eletroquímica consiste em uma dissolução anódica que ocorre dentro de uma célula eletrolítica. A peça a ser usinada (ânodo) é conectada ao pólo positivo de uma fonte de tensão, e a ferramenta (cátodo) ao pólo negativo. Na superfície da peça, o metal é oxidado transformando-se em íons metálicos, de modo que a forma da ferramenta é copiada na peça (De Barr 1968).

Na micro texturização eletroquímica sem mascaramento do substrato, o padrão a ser transferido é confeccionado na ferramenta e não na peça. Isso exclui a necessidade de preparação do substrato no sentido de obter alguma seletividade na superfície exposta, como ocorre na fotolitografia. Exclui também a necessidade de confecção individual de cada cavidade em cada superfície através de um sistema de posicionamento micrométrico, como ocorre na tecnologia a laser. Na realidade a etapa lenta deste processo seria a confecção da ferramenta (ânodo), já que a furação micrométrica com posicionamento preciso refletirá o padrão a ser transferido à superfície, porém esta etapa é realizada uma única vez.

Sendo assim, pelo método eletroquímico sem mascaramento, a ferramenta fica fixa e a peça é texturizada e trocada por outra peça a sofrer o mesmo processo.

Neste trabalho foi aperfeiçoada uma técnica desenvolvida por Costa e Hutchings, para que a mesma possa ser utilizada com maior eficiência e versatilidade. Para tanto, envolveu o projeto técnico e a implementação de um aparato experimental dentro do LTM/UFU, além do estudo experimental de diversos parâmetros de usinagem, tais como voltagem, corrente, tempos de usinagem, distância ferramenta-peça e padrão de textura. Com o intuito de verificar a potencialidade da técnica na melhora do comportamento tribológico de superfícies, foi realizado um ensaio de deslizamento envolvendo lubrificação sólida.

Um esquema do equipamento projetado é mostrado na Fig. 1.

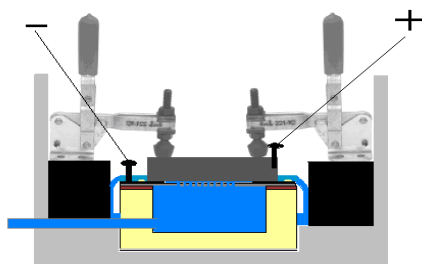


Figura 1: Representação da célula eletroquímica projetada em funcionamento.

Foi utilizado um método alternativo para a produção das ferramentas de texturização, a eletroerosão, em que um equipamento convencional foi ajustado para usinagem de feições micrométricas. Uma das ferramentas produzidas é mostrada na Fig. 2.

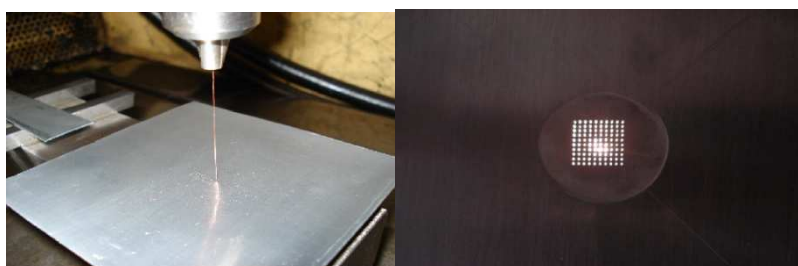


Figura 2: Confeção de um padrão de furação por eletroerosão.

A Tab. 1 mostra os resultados das texturas obtidas em vários testes, nos quais foram avaliados os efeitos de parâmetros como o distanciamento entre eletrodos, a tensão aplicada e o tempo total de usinagem.

Tabela 1: Resumo dos resultados obtidos nos testes de texturização.

Testes	Parâmetros Controlados			Efeitos na textura	
	Distanciamento (μm)	Tensão (V)	Tempo (s)	Diâmetro (μm)	Profundidade (μm)
Distanciamento	500	30	30	0	0
Distanciamento	250	30	30	450	15
Distanciamento	200	30	30	600	20
Distanciamento	100	30	30	450	30
Distanciamento	50	30	30	500	30
Tensão	50	10	30	400	20
Tensão	50	20	30	500	20
Tensão	50	30	30	450	30
Tensão	50	40	30	500	40
Tensão	50	50	30	500	40
Tempo	50	30	10	400	15
Tempo	50	30	20	450	25
Tempo	50	30	30	450	30
Tempo	50	30	60	450	40
Tempo	50	30	90	600	50
Tempo	50	30	120	600	80

Na Fig. 3 são mostradas respectivamente imagens de interferometria e microscopia eletrônica de varredura de texturas obtidas com padrões em formato circular.

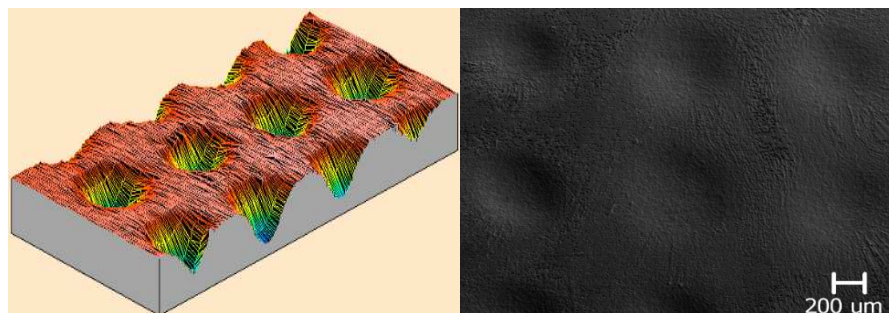


Figura 3: Imagens da textura obtida em padrão circular ($T=30V$, $\Delta S=100\ \mu m$ e $t=30s$)

Foi realizado um teste tribológico com o objetivo de comparar o desempenho entre uma região texturizada em interface com uma região não texturizada de uma superfície lubrificada com Bissulfeto de Molibdênio. O ensaio de deslizamento foi efetuado em um tribômetro ITE 67 da marca Plint e foi gerado um mapa triboscópico, no qual é possível verificar a redução do coeficiente de atrito na área com aplicação de textura (posição sobre a amostra de 0 a +6 mm, em relação à região de 0 a -6 mm), Fig. 4.

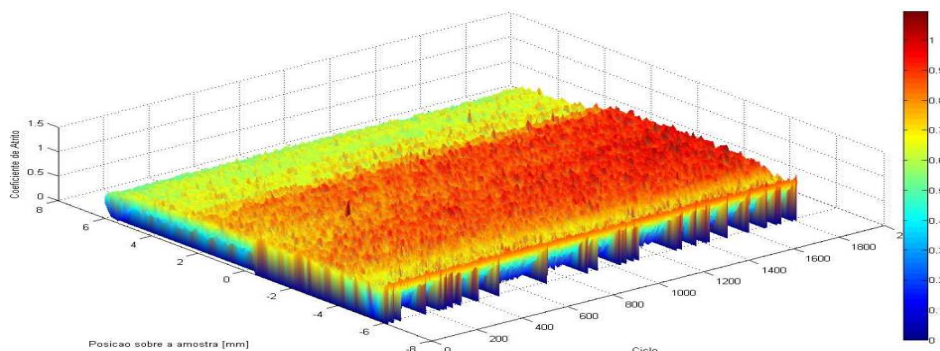


Figura 4: Mapa triboscópico da área texturizada em interface com área não texturizada.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fapemig pelo apoio financeiro recebido.

Referências

- COSTA, H. L., HUTCHINGS, I.M. (2007). "Hydrodynamic Lubrication Of Textured Steel Surfaces Under Reciprocating Sliding Conditions." *Tribology International*: 40:1227-1238.
- COSTA, H., (2008). "Development Of A Maskless Electrochemical Texturing Method".
- DE BARR, A. (1968). *Electrochemical Machining*.
- LEIMING GAO, P., (2010). "Effect Of Surface Texturing On The Elastohydrodynamic Lubrication Analysis Of Metal-On-Metal Hip Implants." *Tribology International*.
- NOURAEI, S. (2008). "Electrochemical Process For Micropattern Transfer Without Photolithography: A Modeling Analysis." *Journal Of The Electrochemical Society*: D97-D103.
- PRIEST, M. A. T., C. M (2000). "Automobile Engine Tribology - Approaching The Surface." *Wear*: 241(2): PP. 193-203.
- ROY, S. (2007). "Fabrication Of Micro-And Nano-Structured Materials Using Mask-Less Processes." *Journal Of Physics D: Applied Physics*: R413 - R426.
- SCHONENBERGER, I. A. S. R. (2005). "Microscale Pattern Transfer Without Photolithography Of Substrates." *Electrochimica Acta*: 809-819.
- SHUANGQING Q., (2010). "Generating Micro-Dimples Array On The Hard Chrome-Coated Surface By Modified Through Mask Electrochemical Micromachining." *Int J Adv Manuf Technol*: 47.
- ZHU D., (2009). "Electrochemical Micromachining Of Microstructures Of Micro Hole And Dimple Array." *Manufacturing Technology*: 177-180.