cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Ensaio de Riscamento (scratch test) em Revestimentos de Alumineto de Ferro Depositado por Aspersão Térmica

Prof.ª Dr Silvana Patrícia Verona Alves[1]; Prof. Dr. Dalmarino Setti[2];
Prof.ª Dr. Maria Nalu Verona Gomes[3]; Giovanna Birck Vicari[4]
1. Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Introdução

A aspersão térmica é amplamente empregada na indústria para proteção e recuperação de componentes, conferindo resistência ao desgaste e à corrosão. A morfologia e propriedades do revestimento (aderência, coesão interlamelar, porosidade e óxidos) dependem da técnica, dos parâmetros de processo e do material. Alumineto de ferro (Fe_3 Al), são eficientes para aumentar a vida útil de componentes mecânicos. O ensaio de resistência ao risco (scratch test) vêm sendo utilizado para caracterizar o sistema substrato/revestimento e quantificar parâmetros como força de adesão e força de fricção, tendo como objetivo avaliar a durabilidade dos revestimentos e estudar o comportamento tribológico.

Objetivos

Caracterizar o sistema substrato/revestimento e quantificar parâmetros como força de adesão, força de fricção ou resistência a riscos, observando a ocorrência ou não de desplacamento do revestimento do substrato.

Metodologia

O scratch test submete o corpo de prova a condições de desgaste por meio de um indentador de diamante Rockwell C (formato cônico), semelhante ao usado na dureza Vickers, arrastado com velocidade constante sob carga de compressão constante ou crescente até a falha do revestimento. A carga crítica (Lc) é a menor carga que causa um evento de falha, ou seja, que desplaca o revestimento do substrato. Os ensaios foram realizados na plataforma Step (Anton Paar), no Laboratório de Caracterização de Superfícies da Anton Paar Brasil Ltda. Foram feitos riscos na seção transversal do revestimento, do substrato para o revestimento, com carga constante de 5 N, taxa de carregamento de 1 N/min, velocidade de 2 mm/min, comprimento total de 1 mm e indentador com raio de 100 µm.

Resultados e Discussão

O revestimento, depositado por HVOF, apresentou coesão entre as lamelas. Após o indentador atingir o substrato, o risco seguiu pelo revestimento, com delaminação e trincas perpendiculares à direção do risco próximas à superfície, região de ligações coesivas mais fracas. Nas curvas do scratch test, as emissões acústicas, associadas à propagação de microfissuras, surgiram quando o indentador passou do substrato para o revestimento, acompanhadas de queda da força e do coeficiente de atrito, o que sugere falha coesiva. Essa fraca coesão, porém, não rompeu o revestimento, pois a força coesiva entre as lamelas o torna mais resistente. A ruptura ocorreu apenas nas camadas superficiais, a cerca de 80 µm de percurso.

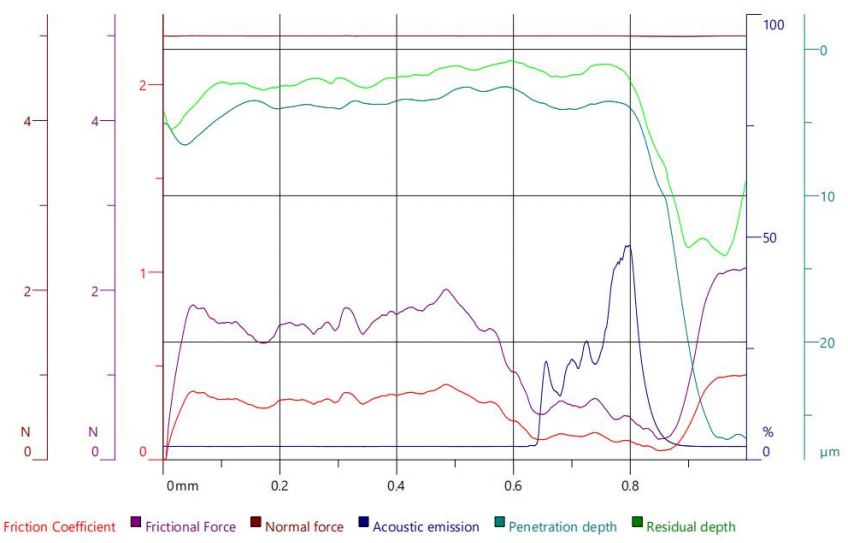

Figura 1. Gráfico de força-profundidade para condição;

Conclusões

O teste de resistência ao risco (scratch test) mostrou que o revestimento depositados por HVOF apresentou falha do tipo coesiva abrasiva (por deslizamento). No ensaio realizado em revestimentos de alumineto de ferro depositado por aspersão térmica HVOF, não houve arrancamento do revestimento até atingir a carga de 30 N. As falhas nos revestimentos nos testes de risco resultam de uma combinação de tensão de indentação, tensão de fricção e tensão residual dos revestimentos.

Referências e Agradecimentos

ASTM C1624-05: Standard Test Method for Adhesion Strength and Mechanical Failure Modes of Ceramic Coatings by Quantitative Single Point Scratch Testing, ASTM International, West Conshohocken (PA, 2015).
CHEN, X.; SHAW, C.; GELMAN, L.; GRATTAN, K. T. V. Advances in test and measurement of the interface adhesion and bond strengths in coating-substrate systems, emphasising blister and bulk techniques. Measurement. Journal of the International Measurement Confederation, v. 139, p. 387-402, 2019.
LOPEZ, E.; BELTZUNG, F.; ZAMBELLI, G. Measurement of cohesion and adhesion strengths in alumina coatings produced by plasma spraying. Journal of Materials Science Letters, v. 8, n. 3, p. 346–348, 1989.
OKSA, M.; TURUNEN, E.; SUHONEN, T.; VARIS, T.; HANNULA, S. P. Optimization and characterization of high velocity oxy-fuel sprayed coatings: Techniques, materials, and applications. Coatings, v. 1, n. 1, p. 17–52, 2011.
Anton Paar Brasil