

ANÁLISE CRÍTICA DA APLICABILIDADE DE NORMAS TÉCNICAS NA PREPARAÇÃO METALOGRÁFICA DE REVESTIMENTOS DE BARREIRA TÉRMICA

Agatha Coelho Corrêa^{1,2}; Nazir Monteiro dos Santos²

¹ FATEC Prof. Jessen Vidal. (agathacoelho.correa@gmail.com).

² Instituto de Estudos Avançados - IEAv. (nazirmonteiro@gmail.com).

Resumo: A preparação metalográfica de revestimentos de barreira térmica (*Thermal Barrier Coatings* – TBCs) apresenta desafios significativamente superiores aos da metalografia convencional, em virtude de sua configuração multicamada e da combinação de materiais cerâmicos e metálicos com propriedades mecânicas, térmicas e tribológicas distintas. A diferença expressiva de módulo elástico, dureza e tenacidade entre o substrato metálico, a camada de ligação (*Bond Coat*) e a camada cerâmica superficial (*Top Coat*) favorece a ocorrência de danos induzidos durante as etapas de corte, embutimento, lixamento, polimento e ataque químico. Tais danos podem se manifestar na forma de delaminações interfaciais, arrancamento de lamelas cerâmicas, arredondamento de bordas, trincas induzidas e sobreataque seletivo do substrato, comprometendo a representatividade microestrutural e conduzindo a interpretações equivocadas quanto à adesão e à integridade do sistema. Diante desse cenário, este trabalho teve como objetivo realizar uma análise crítica da aplicabilidade de normas técnicas na preparação metalográfica de TBCs obtidos por aspersão térmica, avaliando sua adequação prática frente às particularidades desses sistemas cerâmico-metálicos multicamadas. A metodologia consistiu na revisão normativa e na aplicação experimental das diretrizes estabelecidas pelas normas ASTM E3 (preparação geral de amostras metálicas), ASTM E1920 (preparação de revestimentos obtidos por aspersão térmica) e ISO 14923 (caracterização de revestimentos por aspersão térmica), com controle sistemático de parâmetros operacionais, incluindo tipo e intensidade de lubrificação no corte, carga aplicada durante o polimento, sequência granulométrica dos abrasivos diamantados e tempo de exposição ao reagente químico. A aplicação direta das normas evidenciou limitações operacionais quando empregadas sem adaptações específicas para sistemas multicamadas. Observou-se que pressões elevadas no polimento e lubrificação inadequada durante o corte favoreceram delaminações na interface Bond Coat/Top Coat e destacamento de lamelas cerâmicas. Além disso, o ataque químico não ajustado ao sistema resultou em sobreataque do substrato metálico e contraste microestrutural artificialmente acentuado. Verificou-se que, embora as normas forneçam base metodológica consolidada para condução das etapas metalográficas, elas não contemplam de forma explícita as particularidades mecânicas e microestruturais de TBCs, exigindo adaptações operacionais baseadas em critérios técnicos específicos. Conclui-se que as normas ASTM e ISO analisadas são adequadas como referência inicial para a preparação metalográfica de TBCs; contudo, sua aplicação efetiva requer ajustes sistemáticos nos parâmetros de preparo e avaliação crítica dos artefatos gerados, evidenciando a necessidade de diretrizes complementares voltadas a sistemas multicamadas destinados a aplicações aeroespaciais e ambientes de elevada solicitação térmica.

Palavras-chave: Revestimentos de Barreira Térmica; Preparação Metalográfica; Normas Técnicas; Sistemas Multicamadas.

CRITICAL ANALYSIS OF THE APPLICABILITY OF TECHNICAL STANDARDS IN THE METALLOGRAPHIC PREPARATION OF THERMAL BARRIER COATINGS

Agatha Coelho Corrêa^{1,2}; Nazir Monteiro dos Santos²

¹ FATEC Prof. Jessen Vidal. (agathacoelho.correa@gmail.com).

² Institute for Advanced Studies (nazirmonteiro@gmail.com).

Abstract: The metallographic preparation of Thermal Barrier Coatings (TBCs) presents significantly greater challenges than conventional metallography due to their multilayer configuration and the combination of ceramic and metallic materials with distinct mechanical, thermal, and tribological properties. The pronounced differences in elastic modulus, hardness, and fracture toughness among the metallic substrate, the bond coat, and the ceramic top coat promote the occurrence of preparation-induced damage during cutting, mounting, grinding, polishing, and chemical etching. Such damage may manifest as interfacial delamination, pull-out of ceramic splats, edge rounding, induced microcracking, and selective over-etching of the metallic substrate, thereby compromising microstructural representativeness and leading to inaccurate interpretations of adhesion and interfacial integrity. In this context, the present study aimed to perform a critical analysis of the applicability of technical standards to the metallographic preparation of thermally sprayed TBC systems, assessing their practical adequacy in view of the specific characteristics of ceramic–metal multilayer structures. The methodology comprised a normative review and experimental application of the procedures established by ASTM E3 (standard guide for preparation of metallographic specimens), ASTM E1920 (metallographic preparation of thermal spray coatings), and ISO 14923 (characterization of thermally sprayed coatings), with systematic control of operational parameters such as cutting lubrication type and intensity, applied polishing load, abrasive diamond sequence, and etching exposure time. The direct application of these standards revealed operational limitations when implemented without specific adjustments for multilayer systems. Elevated polishing pressures and insufficient lubrication during cutting promoted delamination at the bond coat/top coat interface and detachment of ceramic lamellae. Furthermore, non-optimized chemical etching resulted in selective over-etching of the metallic substrate and artificially enhanced microstructural contrast. The results indicate that, although the analyzed standards provide a consolidated methodological framework for metallographic preparation, they do not explicitly address the mechanical and microstructural particularities of multilayer ceramic–metal systems, thereby requiring operational adaptations based on technical judgment. It is concluded that ASTM and ISO standards are suitable as an initial methodological reference for TBC preparation; however, their effective application demands systematic parameter adjustments and critical assessment of preparation-induced artifacts, highlighting the need for complementary guidelines specifically tailored to multilayer coating systems intended for aerospace applications and high thermal load environments.

Keywords: Thermal Barrier Coatings; Metallographic Preparation; Technical Standards; Multilayer Systems.