



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Estudo sobre deposição revestimento cerâmico através da técnica de Laser Ablation em substrato de aços inoxidáveis multifásicos

Segue abaixo o gabarito da prova de doutorado.

Q1 (4.0 pontos) Descreva o que você conhece ndi sobre aços multifásicos (Ex. Duplex, lean duplex, etc...)

Conteúdo exigido na resposta

- 1- Aços multifásicos aliam propriedades das fases encontradas no diagrama de Fe e C para atender demandas específicas. Por exemplo, aços duplex atendem as demandas de alta resistência mecânica, tenacidade e resistência à corrosão (0.25 ponto)
- 2- A união das propriedades é consequência da microestrutura, que alia, no caso dos aços inoxidáveis duplex uma fase ferrítica com a fase austenítica (0.25 ponto).
- 3- O aço lean duplex UNS 32304 (23% Cr e 4% Ni) une as propriedades da fase ferrítica (50%) com a fase austenítica (50%) (0.25 ponto).
- 4- A alta resistência a corrosão localizada do aço inoxidável duplex é decorrente do alto teor de Cr. No caso do aço UNS S31803 (18% Cr e 3% Ni) temos a adição de Mo (0.25 ponto).
- 5- Os aços inoxidáveis duplex quando aquecidos a altas temperaturas apresentam precipitação de fases intermediárias. Essas fases causam à redução da tenacidade e da resistência a corrosão. (0.25 ponto)
- 6- A fase deletéria σ (sigma) é muito encontrada em aços inoxidáveis duplex (0.25 ponto).
- 7- Os aços duplex apresentam formação de uma fase σ (sigma). Em especial o aço lean duplex UNS 32304 é menos susceptível a formação da fase σ (sigma) devido ao menor teor de Molibdênio (entre 0.05% a 0.60%) (0.25 ponto).
- 8- A fase σ é rica em Fe, Cr e Mo, sendo formada por decomposição eutetóide da ferrita em σ (sigma) e austenita secundária na faixa de 600 °C a 1000 °C (0.25 ponto).
- 9- Fase α' precipita no interior da ferrita entre 300 e 525°C e seus efeitos resultam no endurecimento e fragilidade do aço. Sua formação está associada à decomposição espinoidal da ferrita em ferrita δ (rica em ferro) e α' (rica em cromo) (0.25 ponto).





UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

- 10- Quando aquecido temos também a precipitação de Nitretos de Cromo em resfriamentos rápidos de temperaturas entre 700 e 1000 °C (0.25 pontos).
- 11- Quando laminados, a fase ferrítica a fase austenítica apresentam diferentes mecanismos de deformação, o que geram tensões residuais e durezas diferentes nas fases. (0.5 ponto).
- 12- No recozimento a ferrita se recupera de forma diferente da austenita (0.5_ponto).
- 13- A ferrita na recuperação acaba formando a fita α devido e influência forte das componentes $\{001\}\langle 110 \rangle$. (0.5 ponto)

Q2 (3.0 pontos) Descreva o que você conhece sobre a interface metal/cerâmica.

Conteúdo exigido na resposta

- 1- O depósito de cerâmicas como alumina e nitratos tem sido reportado na literatura por serem desenvolvidos sobre aços inoxidáveis (0.5_pontos).
- 2- Os revestimentos cerâmicos como alumina tem sido aplicados para em aços para aumentar a resistência a corrosão e desgaste (0.5_pontos).
- 3- Os revestimentos cerâmicos ocorrem por processos de nucleação e crescimento, observando as direções cristalográficas (0.5_pontos).
- 4- Os revestimentos de cerâmicas como a alumina apresentam homogeneidade e aderência. (0.5_pontos).
- 5- Filmes espessos de cerâmicas supercondutoras foram depositados através de Plasma Spray em substratos de aço inoxidável, apresentando boa aderência e condutividade elétrica reduzida (0.5_pontos)
- 6- A técnica de Laser Ablation conserva o substrato, pois não aquece o mesmo para realizar a deposição do filme (ao contrário do Plasma Spray) (0.5_pontos)

Q3 (3.0 pontos) Descreva o que você conhece sobre a técnica de Laser Ablation.

Conteúdo exigido na resposta

- 1- A técnica de Laser Ablation foi utilizada por pesquisadores da UFES para depositar filmes de cerâmicas supercondutoras de Hg,Re-1223. É uma técnica na qual um feixe laser atinge a cerâmica e a vaporiza sobre um





UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

- alvo colocado próximo numa câmara com atmosfera controlada (0.5_pontos)
- 2- É uma técnica que usa um método simples e livre de contaminantes, uma vez que o filme depositado é oriundo do alvo atingido (0.5_pontos)
 - 3- O feixe laser é direcionado até o alvo (ex.: cerâmica), sendo o substrato colocado em um ângulo em relação ao alvo. O material vaporizado e quente atinge o substrato, solidificando-se sobre o mesmo. (0.5_ponto)
 - 4- O laser mais utilizado nesse técnica é o Laser de Nd:YAG, cuja potência é capaz de vaporizar o material de uma cerâmica como a alumina. (0.5_ponto).
 - 5- O material vaporizado conserva sua estequiometria e o substrato não é aquecido para receber o material a ser depositado. Isso garante a integridade do substrato (0.5_ponto)
 - 6- Os parâmetros relevantes para a qualidade do filme são: ângulo de ataque do alvo, distância do substrato ao alvo, vácuo na câmara e potência do feixe) (0.5_ponto)

Cordialmente,



Prof. Marcos Tadeu D´Azeredo Orlando
PPGEM - Universidade Federal do Espírito Santo
Cel.: (27) 981372407
Laboratório de Nanometria Fotônica – CT-III, sala 24 (27) 40092660

