

MmePr28-012

Aplicações de ferramentas baseadas no método CALPHAD para manufatura aditiva

Kwiatkowski Da Silva, A.(1);

(1) TCS;

O método CALPHAD é uma ferramenta comprovada para prever o equilíbrio de fases e propriedades de ligas metálicas multicomponentes além de, em anos recentes, ser também utilizada na previsão de propriedades termofísicas, como Volume Molar, Viscosidade, Tensão Superficial, bem como Condutividade Elétrica e Térmica. Estas propriedades foram descritas com precisão em numerosos bancos de dados termodinâmicos que estão disponíveis no software Thermo Calc. A Manufatura Aditiva (MA) é um método promissor de fabricação de materiais e componentes. Durante a fusão seletiva a laser (SLM) ou a fusão em leito de pó a laser (LPBF), dois métodos de manufatura aditiva, o material experimenta uma taxa de resfriamento moderadamente rápida após a fusão, resultando em solidificação fora do equilíbrio, com segregação de solutos e consequente superresfriamento. O método de Scheil-Gulliver obtido por Termodinâmica Computacional é uma poderosa ferramenta para simular a segregação de solutos durante a solidificação e prever quais fases aparecem como resultado da segregação. A segregação afeta aspectos importantes da fabricação: pode exigir pós-processamento, bem como impacta a moldabilidade, soldabilidade e capacidade de impressão da liga. Se a velocidade de solidificação aumentar além da difusividade dos solutos, como acontece na MA, ocorre o aprisionamento de solutos o qual pode ser modelado através do Modelo de Scheil com “solute trapping”. O módulo de Scheil atual permite pré-gerar um perfil de solidificação, agora incluindo também propriedades de evaporação, que podem ser salvas em sua própria biblioteca de materiais ou usadas diretamente como entrada para o novo módulo de Manufatura Aditiva. A maior parte das ferramentas de simulação por elementos finitos (FEM) atuais tendem a usar uma descrição simplificada das propriedades dos materiais, frequentemente valores obtidos através de manuais, os quais podem ter pouca dependência com a composição química do material ou mesmo da temperatura. A Thermo-Calc passou os últimos anos desenvolvendo novos modelos no espírito da metodologia CALPHAD para prever propriedades termofísicas de materiais para incorporar a suas bases de dados. Tais propriedades podem ser utilizadas em códigos FEM do usuário e, mais recentemente, no módulo de Manufatura Aditiva (AM) integrado no software Thermo-Calc. O módulo de MA oferece uma possibilidade única de resolver o problema de solidificação durante MA, onde obtemos um tratamento unificado dos parâmetros do processo e das propriedades termofísicas para resolver o problema multifísico de uma fonte de calor em movimento que derrete e solidifica o material metálico. Nesta apresentação serão mostrados exemplos dos módulos de Scheil e MA aplicados a diferentes classes de materiais.