

DESIGN DE PASTAS PARA MANUFATURA ADITIVA DE COBRE POR EXTRUSÃO

Resumo. A manufatura aditiva de metais tem ganhado destaque na indústria devido à possibilidade de produzir peças com geometrias complexas, muitas das quais seriam impossíveis de serem fabricadas com técnicas convencionais. Contudo, o equipamento necessário para essas técnicas tem custo elevado, devido à utilização de tecnologias avançadas como lasers de alta potência, feixes de elétrons, alto vácuo e sistemas CNC (até 6 eixos). Em contrapartida, técnicas mais simples surgiram como alternativas econômicas, adequadas para prototipagem. Dentre elas, destaca-se a manufatura aditiva por extrusão de pastas, baseada na deposição controlada de materiais em camadas para formar uma peça com geometria específica, posteriormente sinterizada. Essas pastas são compostas por uma mistura de pós metálicos, solvente e um agente ligante em solução, geralmente polimérico. Dentro das opções de pastas metálicas, o cobre se destaca devido às suas excelentes propriedades térmicas e elétricas. O objetivo do estudo foi avaliar características de impressão e propriedades microestruturais de peças produzidas com pastas de cobre impressas por extrusão. Para viabilizar o estudo, formularam-se misturas com a viscosidade adequada para permitir a extrusão e a manutenção da geometria até secagem completa. As pastas consistiram na mistura de pó de cobre elementar (Cu-CP) com solução aquosa (hidrogel) contendo 2% (em peso) de ligante - carboximetilcelulose (CMC). Os parâmetros de impressão foram ajustados por testes que avaliaram visualmente a qualidade das camadas impressas. Após a impressão, as peças verdes foram submetidas a tratamento térmico a 500°C por 30 minutos para remover o ligante (debinding), seguido de sinterização a 1000°C por 120 minutos. As peças foram então cortadas, preparadas para análise metalográfica e examinadas por microscopia óptica e eletrônica de varredura. Os testes revelaram que formulações com 27 a 30% de hidrogel possibilitaram a construção de peças coesas. Concentrações de hidrogel abaixo de 27% resultaram em alta viscosidade, impossibilitando a extrusão, enquanto concentrações acima de 30% diminuíram a estabilidade das camadas depositadas, resultando na perda da geometria das peças impressas. Após sinterização, observou-se redução volumétrica das peças de cerca de 30% e a formação de uma camada oxidada na superfície. Após decapagem superficial, a peça apresentou coloração característica do Cu-CP. A análise metalográfica indicou boa sinterização e evolução microestrutural, que resultou em peças com boa densificação e baixa porosidade interna, sem presença de zonas fundidas. Conclui-se que a fabricação de componentes de cobre utilizando a referida técnica é viável, utilizando-se pasta de viscosidade adequada.

Palavras chave: manufatura aditiva, extrusão de pastas, pasta metálica, pasta de cobre, metalurgia do pó.