

## SLM 熔渗制备镍基发汗多孔自润滑复合材料及其摩擦学性能研究

夏志胜<sup>1,2</sup>, 闫华<sup>1,2\*</sup>, 刘洁霞<sup>1</sup>, 张培磊<sup>1,2</sup><sup>1</sup> 上海工程技术大学 材料工程学院, 上海, 201620<sup>2</sup> 上海市激光先进制造技术协同创新中心, 上海, 201620\*Email: [yanhua@foxmail.com](mailto:yanhua@foxmail.com); [yanhua@sues.edu.cn](mailto:yanhua@sues.edu.cn)

传统方法制备固体润滑材料高温强韧性不足及宽温域较低自润滑稳定性, 已成为长期困扰苛刻工况关键传动部件服役寿命的技术瓶颈。本研究以IN718为基体材料并对结构进行多孔设计, 采用选区激光熔化 (Selective Laser Melting, SLM) 制备多孔基体, 其表面分布有序排列的仿生多孔结构。再结合了熔渗技术, 将熔融态多元软金属固体润滑剂通过真空加压的方式紧密填充至表面孔隙中, 来保证金属基体和润滑剂有良好的结合。采用模拟与试验相结合的研究方法, 验证多孔结构并对仿生发汗自润滑复合材料摩擦学行为规律进行研究, 阐述仿生多孔结构复合材料中润滑剂的析出-扩展-成膜过程、氧化及物化反应等行为, 解释相应的减摩耐磨作用机理。研究结果过表明, Sn-Pb-Ag固体润滑剂对IN718基体表面的润湿行为最好, 润湿角为 $46^\circ$ , 有利于提高润滑相和基体的结合。Sn-Pb-Ag固体润滑剂的润滑效果最佳, 随温度升高摩擦系数从0.32下降到0.29, 同时磨损率从 $1.25 \times 10^{-3} \text{ mm}^3/\text{Nm}$ 减少到 $0.99 \times 10^{-3} \text{ mm}^3/\text{Nm}$ 。350°C时,  $\text{Pb}_2\text{O}$ 发生分解成 $\text{PbO}$ 有助于提高了基体的耐磨性及润滑膜的承载能力, 同时使润滑层与基体之间粘附更紧密, 润滑层厚度变大。 $\text{PbO}$ 和软金属的氧化物具有润滑性能进一步降低摩擦系数, 同时提高摩擦表面的耐磨性。利用复合软金属的低熔点和低剪切强度的特性, 在热-毛细管作用下, 润滑相的热膨胀系数大于基体的热膨胀系数, 从孔隙中析出, 并在摩擦作用下扩散到磨损表面, 从而实现自补偿式润滑。

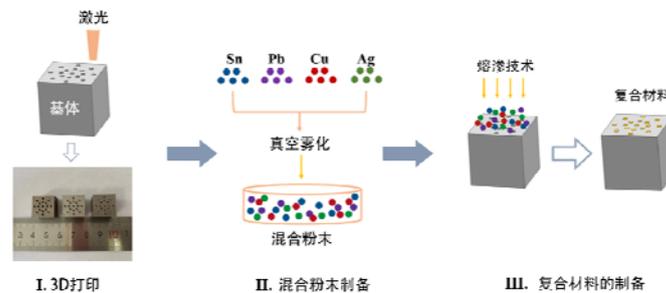


Fig. 1 Schematic diagram of manufacturing process.

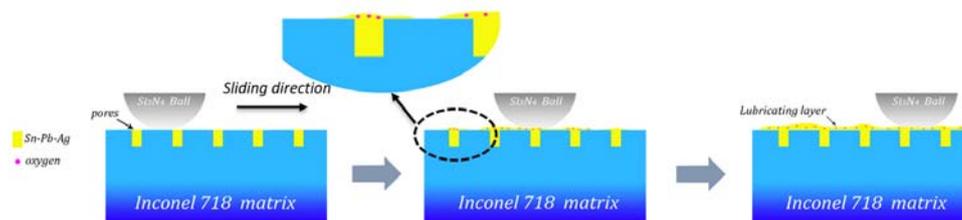


Fig. 2 Schematic diagram of self-adaptive lubrication mechanism of microporous interface structure filled with Sn-Pb-Ag

关键词: SLM; 复合材料; 多孔结构; 自润滑

\*第一作者 (报告人) 联系方式: 夏志胜、13526059336、Xzsfzth@163.com