• 专家访谈 •

李曙研究员谈纳米化金属材料表现出优异摩擦学性能的条件

材料纳米化是当前的研究热点,针对纳米化金属材料在什么条件下能够表现出其特殊的摩擦学性能这一问题,9月1日本刊编委、中国科学院金属研究所李曙研究员接受了本刊记者的采访。

记 者:在纳米热的氛围中,某些宣传做了误导,似乎纳米化是万能的,请您谈谈看法。

李 曙:我是搞材料摩擦学研究的,用摩擦学的标准来审视,金属纳米化后,不是什么条件下性能都是优异的。我和课题组同事们研究了深度轧制工业纯铁块体纳米材料的摩擦学性能,测试了显微硬度,做了纳米化结构表征,进行了干摩擦和润滑油条件下的往复摩擦磨损试验以及单摆冲击划痕试验、冲蚀磨损试验、砂纸磨粒磨损试验等,得出的结论是:干摩擦下,深度轧制纳米化样品尽管硬度较高,但并未表现出更好的摩擦学性能,较高载荷下耐磨性甚至不如普通样品,在剪切应力下,其层状结构容易发生剥层脱落;普通轧态样品韧性较好,在外力作用下发生一定的塑性变形,表现出相对较高的耐磨性;油润滑条件下,由于纳米晶的表面活性高,尤其是 ZDDP 润滑添加剂与其形成摩擦反应膜的能力增强,使深度轧制纳米化样品的耐磨性显著提高;随着润滑油温度升高,纳米化样品表面能够与添加剂更好地生成摩擦反应膜,使摩擦因数逐渐降低,而普通轧态样品则相反。

记 者:对于超音速微粒轰击的表面纳米化材料,其摩擦学性能如何?

李 曙:我们还对 20# 钢经超音速微粒轰击的表面纳米化材料进行了摩擦学性能研究,结果表明:超音速微粒轰击使 20# 钢实现表面纳米化,亚表层硬度提高;在干摩擦下纳米化样品的磨损量小于未处理样品;液体石蜡润滑下纳米化样品与未处理样品磨损量在低载时相对差别变化不大,高载时降低较明显;在添加 ZDDP 的油润滑条件下,纳米化样品由于其较高的表面活性,能更好地发挥极压特性,表现出相当高的耐磨性。

综合工业纯铁块体纳米材料和 20# 钢表面纳米化材料的摩擦学性能研究结果,可以看出:无论是整体还是表面纳米化的金属材料,其表面力学性能如硬度等会得到提高;纳米化金属材料的摩擦学性能与摩擦磨损实验条件密切相关;在研究工作的范围内,对于较高载荷下的干摩擦,纳米化金属材料并未表现出预想的更优良的摩擦学性能;在油润滑条件下,由于金属材料纳米化表面具有较高的活性,特别是更易于与润滑添加剂反应,表现出更好的耐磨性和较低的摩擦因数。

记 者:请您就今天采访的话题,对《中国表面工程》的读者做一总结。

李 曙:纳米材料、纳米技术的发展,为我们提高产品的性能提供了新思路、新手段,展现出广阔的前景。当前人们对纳米材料、纳米科技的研究还是初步阶段,尚有许多规律有待探索。现有的结果表明,表面纳米化金属材料表现出特殊的摩擦学性能是有条件的,既与制备技术有关,更与工况使役密切相关,需要针对工程背景进行系统、全面的试验与分析,才能得出科学的结论。

专家简介

李曙,男,1950年10月生,博士学历,现任中国科学院金属研究所先进材料研究和发展中心专用材料与器件研究部副主任,研究员,博士生导师。享受国务院特殊津贴专家。主要从事材料摩擦学和腐蚀与防护学科领域理论和试验研究,尤其对特殊工况(高温、高速、腐蚀、冲蚀等)下材料的摩擦磨损特性研究较深,取得一批重要成果。

曾获国家技术发明二等奖、中科院技术发明二等奖、辽宁省科技进步二等奖和沈阳市科技振兴奖。已获得 5 项国家发明专利,正在申请国家发明专利 4 项。

兼任全国摩擦学会常务理事,磨损与表面技术专委会副主任,摩擦学设计、试验测试技术等专委会委员,清华大学摩擦学国家重点实验室学术委员会委员,《中国表面工程》杂志编委会委员。