

低合金铬钼钢高温耐磨性研究

Study on Heat Abrasion Resistance of Low Alloy Cr-Mo Steel

宋伟¹, 杨学军¹, 赵浩峰¹, 赵昕², 刘荣³

(1. 太原理工大学材料科学与工程学院, 太原 030024;

2. 河海大学机电学院, 南京 210098; 3. 南京师范大学动力学院, 南京 210097)

摘要: 用自制的高温销盘式磨损试验机对 40Cr2Mo 材料正火处理后的高温摩擦磨损特性进行了讨论, 通过对不同温度下材料的耐磨性分析和观察, 论述了温度对材料高温耐磨性的影响以及氧化层对高温耐磨性的贡献。

关键词: 高温磨损; 耐磨性; 氧化层; 热处理

中图分类号: TG142.33; **文献标识码:** A; **文章编号:** 1006-9658(2005)03-02

1 前言

近年来, 随着冶金、矿山、建材、农机、煤炭、冶金、电力及工程机械等行业的发展, 人们对磨损危害的认识有了相当的提高, 为了弄清磨损机理以减少金属磨损, 各国学者对材料在常温下的各种磨损问题均进行了大量的研究, 但对材料在高温下的磨损问题至今却还研究得甚少, 致使许多人在对高温工作条件下的工件选材时, 还只能参考低温下各种磨损数据。本文利用常用的低合金铬钼钢材料 40Cr2Mo, 对其进行了不同的热处理工艺, 探讨了在高温摩擦磨损工况下这种材料的高温耐磨性。

2 试验材料及方法

2.1 试验材料: 如表 1 为试验用合金的牌号及其化学成分组成, 合金在中频感应炉中熔化, 浇注成板材, 然后用电火花把材料切割成 10mm×10mm×55mm 的试样, 每组试验三个试样, 各试验数据取其平均值。

表 1 试验合金牌号及其化学成分

材料牌号	各主要元素百分含量(%)					
	C	Si	Mn	Cr	Mo	S,P
40Cr2Mo	0.4	0.68	1.4	1.6	0.3	<0.06

2.2 热处理: 表 2 为材料的试验编号、热处理工艺及热处理后各组试样的硬度和冲击韧性值。

由表 2 可见, 不同的热处理工艺使材料的宏观硬度没有产生太大的变化, 但是冲击韧性却有较大的变化。

2.3 高温磨损试验装置: 如图 1 所示为高温磨损试验机示意图, 磨损圆盘 8 由主轴 9 带动作匀速转动

表 2 试验合金的编号及热处理后硬度、冲击韧性值

试样编号	焦炭覆盖正火			180℃保温 1.5h	冲击韧性 $\alpha_k/j \cdot cm^2$
	加热温度 ℃	保温时间 min	正火硬度 HRC	回火硬度 HRC	
组别-1	870	10	56.2	55.17	12.2
组别-2	870	20	56.3	56.07	11.8
组别-3	870	30	57.5	56.37	10
组别-4	880	10	55.15	56.37	12
组别-5	880	20	55	55.3	14
组别-6	880	30	54.8	54	10
组别-7	900	10	55.75	54.47	13
组别-8	900	20	56.03	55.33	19.8
组别-9	900	30	56.93	55.23	7.8

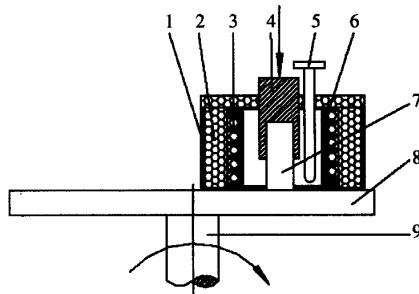


图 1 高温销盘磨损试验机结构示意图

1. 加热炉外壳 2. 保温层 3. 加热炉丝 4. 试样夹持 5. 热电偶 6. 加热炉炉胆 7. 磨损试样 8. 磨损圆盘 9. 旋转主轴

(主轴转速可调), 试样 7 则由夹持器 4 夹持住, 并在载荷的作用下被压在圆盘 8 上作滑动磨擦而使

试样磨损,试样周围为一加热炉。加热炉由外壳1,保温层2,电炉丝3,炉胆6组成,炉内温度由热偶5控制,可使试样处于高温下进行磨损试验。

2.4 试验条件

为保证试验条件的一致性,避免因试样正火后外层金属硬内部金属软造成磨损量的不同,试样做冲击韧性打断后,把试样周围的氧化皮磨干净并将断口磨平,然后磨损试验从试样断口处开始。试验前跑合3min,以保证试样与圆盘均匀接触。试验机主轴转速为600r/min,圆盘材料为中碳钢,试样所在圆盘半径为10cm,试验载荷为500N,磨损时间10min;试验温度为20℃、500℃、600℃、700℃、800℃;磨损量采用精度为0.1mg的光电分析天平称试样失重来确定。

3 试验结果及讨论

3.1 20℃时材料的耐磨性和冲击韧性

20℃下两组材料的耐磨性与热处理后冲击韧性的关系如图2所示,其中横坐标为试样编号,纵坐标为磨损失重(克)倒数的耐磨性指标和冲击韧性值。由图2可见冲击韧性高时其耐磨性也高,由前面的试验数据可知,各组试样的硬度值没有较大的变化而其冲击韧性却有较大变化,这是由于热处理后材料中的碳化物的含量与分布大致相同,而由热处理工艺造成的珠光体片间距不同从而使得其冲击韧性产生较大差异。冲击韧性较小的试样,其塑变能力差,磨损中会产生碎屑夹入两磨损面形成磨粒磨损,与摩擦磨损一起成为三体磨损,可看到磨损面有明显的犁沟,从而加重磨损。在磨损中,发现试样出现较大的颤抖和跃动现象,噪音很大。而韧性较大的试样,其基体有较大塑性,且强度也高,在磨损过程中,由于塑变使两磨损面趋于吻合,且产生很大的加工硬化,根据机械分子理论,相互接触面增大,摩擦面的微观相嵌程度减小,从而减轻磨损。磨损过程中,摩擦平稳,噪音低,有轻微的卷边现象。

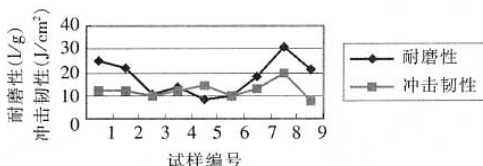


图2 20℃时40Cr2Mo的耐磨性和冲击韧性的关系

3.2 不同温度下氧化层对材料耐磨性的影响

如果材料表面的氧化层较薄从而不致于产生破碎和剥落,则会对材料的耐磨性产生一定的影响。这种影响主要取决于氧化层的性质、厚度以及

工作温度。图3表示不同温度下试样磨面有氧化层和无氧化层时的耐磨性比较。20℃时磨面氧化层获得方法为正火热处理后未磨去的氧化层。500℃和700℃时磨面的氧化层为把试样于相应温度下保温5分钟后置于空气中吸附氧和水分24小时后获得。由图3可见,不论在哪个温度,有氧化物的试样耐磨性均比相应无氧化物试样的耐磨性高出很多。这是由于氧化层主要为 Fe_2O_3 和 Cr_2O_3 ,其致密性很高,比金属铁和铬等的耐划伤性高出许多,起到了保护金属的作用。

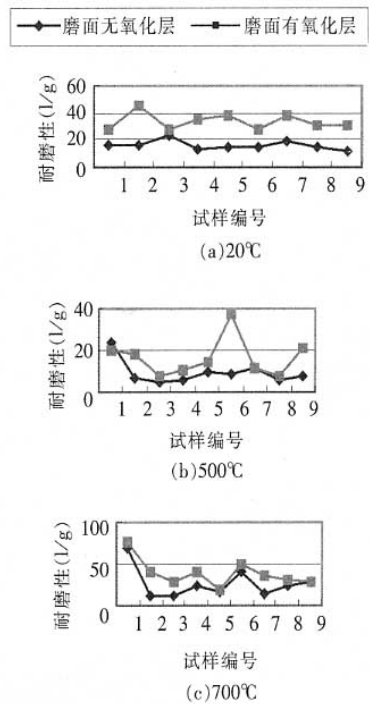


图3 不同温度下试样磨面有氧化层和无氧化层时的耐磨性比较

4 结论

(1) 合金的常温耐磨性与常温冲击韧性有一定的关系,冲击韧性高的试样的耐磨性要普遍高于冲击韧性低的试样的耐磨性。

(2) 合金的耐磨性与温度的高低有一定的关系,耐磨性随温度的升高而呈下降趋势。

(3) 本次试验中材料的宏观硬度并与耐磨性没有明显的关系。

(4) 基体表面形成的氧化层在摩擦磨损时发挥着重要的有益作用,致密氧化层在不剥落范围内,形成的氧化层越厚,作用越明显。