

斜流泵水润滑轴承用新型复合材料的研制

时连卫, 孙小波, 李建星, 侯万果, 王子君

(洛阳轴研科技股份有限公司, 河南 洛阳 471039)

摘要:针对斜流泵用赛龙轴承材料成本偏高的缺点,介绍了一种用 MC 尼龙和反应型橡胶弹性体改性制成的新型复合工程塑料,其性能完全满足斜流泵的技术要求,且制造成本显著降低,是赛龙轴承材料的理想替代品。

关键词:水润滑轴承;赛龙轴承;材料;斜流泵

中图分类号:TH133.3;TQ323.6

文献标志码:B

文章编号:1000-3762(2010)12-0029-02

某电力公司 1[#] 机组大修过程中,斜流泵用水润滑轴承因磨损而失效。由于采用的是进口赛龙轴承,价格很高,为降低维修成本,进行了国产化研制工作。根据工作经验、相应的现场工况及水润滑轴承使用技术要求,采用聚己内酰胺(俗称单体浇铸尼龙,又称 MC 尼龙)材料和反应型橡胶弹性体柔韧剂制成了复合工程塑料。

1 试验及检测

试验对象为赛龙轴承材料(由三次元交叉结晶热凝性树脂制造而成的聚合物,属于一种高分子合成材料)和改性 MC 尼龙复合材料。润滑介质为自来水。试验设备采用 DNS200 型电子微控万能试验机、铁姆肯摩擦磨损试验机以及邵氏硬度计分析天平。试验条件为:拉伸试验,速度 5 mm/min;摩擦试验,载荷 17.8 N,时间 30 min,转动线速度为 2.0 m/s。测试方法为:基本力学性能测定在电子微控万能试验机上进行;摩擦系数在铁姆肯摩擦磨损试验机上测定;磨损量由差重法测出,然后换算成磨损率;硬度在硬度计上直接读出。

2 结果与讨论

2.1 赛龙轴承材料基本性能

首先对赛龙水润滑轴承材料进行分析测试,其基本性能参数见表 1。

表 1 赛龙轴承材料基本性能参数

拉伸强度 /MPa	弹性模量 /MPa	邵氏硬度	吸水率 /%	摩擦系数	磨损率 /%
47	554.6	68	1.3	0.247	0.76

2.2 纯 MC 尼龙的性能

选择 MC 尼龙为水润滑轴承材料的基材,通过加入不同添加剂,以达到赛龙轴承材料的指标。纯 MC 尼龙是以己内酰胺为原料,在常压下将熔融的单体用强碱性物质作催化剂,与活化剂等助剂一起直接浇铸并预热,在一定温度的模具中聚合而成^[1]。纯 MC 尼龙的基本性能见表 2。

表 2 纯 MC 尼龙的基本性能

拉伸强度 /MPa	弹性模量 /MPa	邵氏硬度	吸水率 /%	摩擦系数	磨损率 /%
62	3 554.6	81	5.8	0.389	6.2

由表 2 可以看出,纯 MC 尼龙的硬度较大,与对磨环的包覆作用不强,致使材料的磨损率增加,而加入添加剂可降低材料的硬度和磨损率。纯 MC 尼龙分子中存在大量的极性酰胺基团,易于吸水,导致材料吸水率高,使尼龙分子中链与链的结合变得不那么紧密,致使材料在水中的磨损率迅速增加。因此需要对 MC 尼龙进行改性研究,以改善材料的吸水性能和水润滑下摩擦、磨损性能。

2.3 MC 尼龙/石墨复合材料的改性

研究资料表明^[2],石墨改性材料具有准包络结构,表现出良好的减磨性能和尺寸稳定性,但填料的加入量不能超过 10%,石墨过多将妨碍与尼龙机体之间的致密性,会导致材料的机械强度快速下降。从表 3 可以看出,随着石墨含量的增加,材料力学性能明显降低,这与理论是相符合的。而水润滑下摩擦性能得到明显改善,这是由于石墨的化学稳定性使其浸在水里不失自己的特性,平面结构使水难以进入材料内部,从而降低了 MC 尼龙的吸水性,而吸水率的降低又对材料摩擦性能起到了改善作用。

2.4 反应型橡胶弹性体柔韧剂对 MC 尼龙的改性

MC 尼龙的聚合反应是单体阴离子开环聚合

反应,形成的聚合物分子量高、结晶度大,所以材料硬度大。试验表明^[3],对 MC 尼龙增韧改性不能采用共混方法进行,必须从材料基体的性能和结构出发,采用高聚物化学改性的方法提高 MC 尼龙的柔韧性。

表 3 石墨含量对 MC 尼龙/石墨材料力学性能的影响

含量 /%	拉伸强度 /MPa	弹性模量 / MPa	邵氏硬度	吸水率 /%	摩擦系数	磨损率 /%
1	54	3 014.5	72	4.3	0.496	4.0
3	43	2 257.1	71	3.6	0.441	4.0
5	30	1 398.8	65	2.9	0.432	3.9

采用互穿网络高聚物的方法,在己内酰胺聚合的同时,反应型橡胶弹性体柔韧剂也在反应体系中聚合,己内酰胺的聚合与反应型柔韧剂的聚合互不影响,各自按着不同的方式进行聚合,形成的互穿网络高聚物具有新的物理机械性能,被称为 GXN 复合材料。

从表 4 可以看出,随着反应型柔韧剂的增加,复合材料力学性能明显降低,材料逐渐变软,硬度逐渐下降,而材料的水润滑摩擦性能随反应型柔韧剂的加入,呈现先降低、后增加的趋势。这说明反应型柔韧剂的加入虽然在一定程度上改变了原有材料的结构,摩擦性能得到改善,摩擦系数有所降低,但随着反应型柔韧剂含量的增加,复合材料的变软使得在与对磨环摩擦的时候,包覆作用更强,以原来的转速转动,需要更大的力,造成摩擦力矩增加,摩擦系数变大。由表 4 可知,反应型柔韧剂含量为 20% 时,吸水性和磨损率最低,此时得到的材料综合性能最佳,这与材料吸水率改善的数据是一致的。

表 4 反应型柔韧剂含量对 GXN 复合材料性能的影响

含量 /%	拉伸强度 /MPa	弹性模量 / MPa	邵氏硬度	吸水率 /%	摩擦系数	磨损率 /%
10	51	842.9	72	3.6	0.521	4.8
15	48	792.4	66	2.8	0.436	3.1
20	46	645.3	62	2.2	0.421	1.6
25	42	575.1	60	2.7	0.489	2.9
30	37	351.3	57	3.3	0.531	3.6

2.5 石墨对 GXN 复合材料的改性

加入反应型柔韧剂,对材料的水润滑摩擦性能有一定的改善,但是摩擦系数和磨损率与进口赛龙轴承还有一定的差距,还不能完全满足斜流泵用水润滑轴承的要求。选择 20% 改性剂(己内酰胺的量为 100%)为基本改性材料,加入 1.5% 和 3% 的石墨,以期提高 GXN 复合材料的耐磨性能。

从表 5 中可知,加入 1.5% 和 3% 的石墨时,复合材料的力学性能相当。添加 1.5% 石墨时,复合

材料的摩擦系数降低,但磨损量有所增加,这是因为添加石墨较少时,没能形成石墨均匀分布的连续相,不仅没有起到有效的减磨作用,反而在一定程度上破坏了复合材料结构,致使磨损量增加。而加入 3% 的石墨时,摩擦系数和磨损量均降低,吸水率和力学性能也保持得很好。

表 5 石墨添加量对 GXN 复合材料性能的影响

含量 /%	拉伸强度 /MPa	弹性模量 / MPa	邵氏硬度	吸水率 /%	摩擦系数	磨损率 /%
0	46	645.3	62	2.2	0.421	1.60
1.5	44	536.3	66	1.6	0.412	1.80
3	38	535.4	62	1.5	0.291	0.86

添加 3% 石墨得到的 GXN 复合材料与纯 MC 尼龙相比,硬度明显降低,吸水率降低了 74%,摩擦系数大幅下降,磨损率降低了 86%,且各项指标均接近赛龙轴承材料的性能,可以作为赛龙轴承材料的替代品应用在电力行业的斜流泵上。

通过和国外材料基本力学性能试验,水润滑状态下摩擦、磨损试验的对比分析认为,其性能指标满足斜流泵的技术要求,而且制造成本大大降低。向用户提供两组新型复合工程塑料水润滑轴承,运行两年显示其完全满足电力行业斜流泵的使用要求,是赛龙轴承的理想替代产品。

3 结论

(1) 添加石墨对 MC 尼龙材料的摩擦、磨损性能有一定改善,但是随着石墨含量的增加,导致材料力学性能降低,因此,石墨作为添加剂使用时应根据使用情况的需要添加适当的量,一般以 3% 左右为佳。

(2) 添加了反应型柔韧剂后,材料吸水率和磨损率都呈先降低、后升高的现象,当其含量为 20% 时,吸水率和磨损率最低,此时得到的材料综合性能最佳。

(3) 添加 3% 石墨和 20% 反应型柔韧剂制成的改性 MC 尼龙复合材料,性能接近国外赛龙轴承材料。

参考文献:

- [1] 杨桂生. MC 尼龙合成、改性及形态[D]. 北京:中国科学院化学研究所,1990.
- [2] 孙向东,孙旭东,张慧波. MC 尼龙改性研究的新进展[J]. 工程塑料应用,2003,31(2):59-61.
- [3] 张吉林. MC 尼龙改性研究进展[J]. 工程塑料应用,1998,26(1):28-30.

(编辑:赵金库)