

丁腈橡胶密封件减磨材料的研究

向宇

(广州机械科学研究院, 广东 广州 510700)

摘要: 将粘合剂和润滑剂配合, 制备出力学性能良好、润滑性能突出、耐水性能优异的丁腈橡胶密封件减磨材料。摩擦因数试验和油封台架试验表明: 在丁腈橡胶动密封件工作面上包覆减磨层能有效降低摩擦力, 起到减磨作用, 有效降低密封面的温升, 延缓密封件热老化速度, 显著提高密封件使用寿命。

关键词: 丁腈橡胶; 密封件; 减磨材料; 油封; 摩擦因数

丁腈橡胶以优异的耐油性著称, 而且价格便宜, 所以在橡胶工业中, 尤其在密封件中得到广泛应用。弹性好、摩擦因数大是橡胶材料固有的特点。用橡胶材料压制的密封件在动态环境下使用, 摩擦问题往往影响密封功效和使用寿命。为此, 力求降低橡胶动密封件的摩擦影响。最简便的方法是在橡胶材料配方中加入润滑剂, 达到减磨目的; 或者改变动密封件的断面结构, 也能起一定的减磨作用。本课题研究润滑添加剂与粘合剂合理配合, 加工制造出力学性能良好、润滑性能优、耐水性能优异的丁腈橡胶密封件减磨材料。

1 实验

1.1 主要原材料

环氧树脂, 液体橡胶, 四氟乙烯微粉, 石墨, 二硫化钼 (MoS_2), 硅烷偶联剂, 橡胶防老剂, 橡胶硫化剂。

1.2 主要仪器和设备

SG65型三辊研磨机, 常州自立化工机械有限公司产品; Zwick/Roell Z010型材料试验机, 德国Zwick公司产品; FTPLUS型摩擦因数测定仪, 英国LLOYD公司产品; BS124s型电子天平, 德国Sartorius公司产品; VML400型影像测量仪, 深圳智泰公司产品; RT-2-PCD型油封试验台, 台湾磐石油压工业股份有限公司产品; LR016型老化试验箱, 重庆银河试验仪器有限公司产品。

1.3 减磨材料制备

1.3.1 配方

二硫化钼有着类似于石墨的片层微观结构, 能有效起到减磨作用, 具有石墨所不能比拟的与液体橡胶和树脂的相容性; 加入硅烷偶联剂能够使主体材料与填料相容性更好; 四氟乙烯微粉的加入能够提高材料的减磨性能。

具体配方为: 液体橡胶, 50; 环氧树脂, 50; 二硫化钼, 105; 硅烷偶联剂, 3; 树脂固化剂, 3.8; 四氟乙烯微粉, 20; 防老剂, 4; 合计, 235.8。

1.3.2 制备工艺

将称量好的液体橡胶、环氧树脂和粉料置于广口容器中, 搅拌均匀; 加入硅烷偶联剂, 搅拌均匀; 加入硫化固化体系, 搅拌均匀; 上三辊研磨机精磨2~3遍, 用专用工具将浆料刮到硅橡胶模具的模腔内, 刮平静置, 经 $105\text{ }^\circ\text{C} \times 1\text{ h}$ 处理后, 进行各项性能测试。

1.3.3 涂覆

制备工艺中研磨好的浆料刮入已称质量的广口容器中, 按该浆料的实际质量及施工工艺要求的浓度加入适量的有机溶剂乙酸乙酯, 及时搅拌至浆料完全溶解, 随即进行涂覆。

可采用浸涂、刷涂和喷涂等方法将材料包覆至丁腈橡胶动密封件的工作面上, 于 $105\text{ }^\circ\text{C} \times 1\text{ h}$ 条件下固化。

2 结果与讨论

2.1 减磨材料性能

减磨材料的物理性能、耐液体介质性能和摩擦因数等的测定均按照相应国家标准或化工行业标准进行。

减磨材料性能如表1所示。由表1可以看出,减磨材料物理性能和耐油性能良好,耐水性能优异。

2.2 摩擦因数

按化工行业标准HG/T 2729《硫化橡胶与薄片摩擦因数的测定滑动法》制作多种丁腈橡胶密封件试样(记为N302, N308, N331和N334)以及唇口涂覆减磨材料的相应密封件试样(记为N302涂, N308涂, N331涂和N334涂)。用FTPLUS型摩擦因数测定仪,采用3种材质的滑动板:聚四氟乙烯板(F4板)、抛光钢板(光洁度 $0.2\ \mu\text{m}$)、渗氮钢板($45^{\#}$ 钢,光洁度 $0.2\ \mu\text{m}$,再渗氮处理),按标准规定进行摩擦因数测定,测试结果如表2所示。试样涂覆前后的抛光钢板摩擦因数见图1~3。

表1 减磨材料性能

项 目	数 值
邵尔 A 型硬度/度	95
拉伸强度/MPa	6.2
拉断伸长率/%	15
撕裂强度/($\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$)	37
耐油(70 $^{\circ}\text{C}\times 70\ \text{h}$)性能	
1 [#] 标准油	
邵尔 A 型硬度变化/度	-5
体积变化率/%	4
3 [#] 标准油	
邵尔 A 型硬度变化/度	-7
体积变化率/%	12
耐水(90 $^{\circ}\text{C}\times 70\ \text{h}$)性能	
邵尔 A 型硬度变化/度	0
拉断伸长率变化率/%	0
体积变化率/%	2
质量变化率/%	2

由表2可以看出,涂覆试样的动摩擦因数和静摩擦因数均比未涂覆试样明显降低,且涂覆试样在

表2 试样摩擦因数

试样编号	动摩擦因数 (渗氮钢板)	静摩擦因数 (渗氮钢板)	动摩擦因数 (F4板)	静摩擦因数 (F4板)	动摩擦因数 (抛光钢板)	静摩擦因数 (抛光钢板)
N302	1.2610	1.3709	1.5911	2.0038	1.2567	1.4180
N302 涂	0.4678	1.0311	0.5669	1.0815	0.6501	0.6166
N308	1.0384	1.3965	1.2925	2.2060	1.3675	1.7443
N308 涂	0.3426	0.5066	0.4449	0.9350	0.4761	0.4404
N331	1.0817	1.1643	1.0998	1.2923	1.0638	1.0324
N331 涂	0.5261	0.6664	0.7056	1.2916	0.9397	0.9617
N334	1.3141	1.8078	1.3036	1.9015	1.0190	1.4034
N334 涂	0.2420	0.3308	0.3845	0.9000	0.3086	0.3635

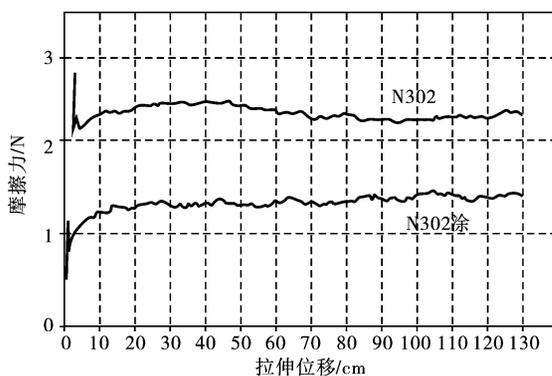


图1 N302试样涂覆减磨材料前后抛光钢板摩擦因数

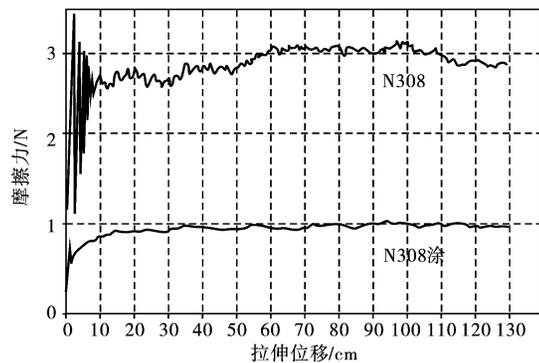


图2 N308试样涂覆减磨材料前后抛光钢板摩擦因数

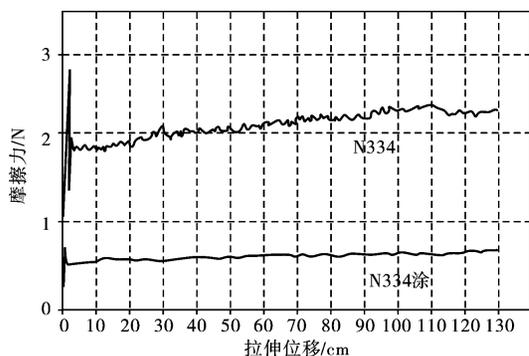


图3 N334试样涂覆减磨材料前后抛光钢板摩擦因数

各板上的动摩擦因数与静摩擦因数差异总体上比未涂覆试片减小。

由表2和图1~3可以看出,各种材料的摩擦因数大小不一样,在试验条件下显示不是一个恒定值,而是在一定的范围内不断波动的变化值。涂覆试样的摩擦因数波动比未涂覆试样小,可以预见涂覆减磨材料的密封件在使用过程中受力波动较小,有利于延长使用寿命。

2.3 油封台架试验

用N334试样胶料按常规生产工艺压制 $\phi 100 \times 125 \times 12$ 内骨架橡胶油封4个,切唇后装弹簧。其中1#和2#油封为空白橡胶油封;3#和4#油封为唇口浸涂减磨材料的橡胶油封。将橡胶油封试样安装在磐石油封试验台上,密封介质为32#液压油,进行台架对比试验,结果见表3和4。

从表3可以看出,在相同的试验条件下,由于1#油封比3#油封的摩擦力大,导致1#油封的油介质温度更高。随着旋转速度加快,试验时间延长,油介质的温差增大。

从表4可以看出,2#油封比4#油封的摩擦力大,在转速 $31.4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 下工作20 h的情况下,转速 $36.7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 下工作9 h的情况下,2#油封失效,而4#油封密封性能良好。且4#油封在 $41.9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 下继续工作6 h后,密封性能依然良好,未见泄漏。

试验结果显示:唇口包覆减磨材料的油封润滑性能良好,使用寿命延长。

3 应用实例

(1)某厂高速旋转密封件,介质一面为油一面为水,温度约 $40 \text{ }^\circ\text{C}$,旋转速度约 $80 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,原未涂覆减磨材料的密封件仅能使用(3~5) d,涂覆

减磨材料后性能明显改善,可以使用(15~20) d。

表3 1#和3#油封对比试验

试验转速和时间	1#油封 试验油温度/ $^\circ\text{C}$	3#油封 试验油温度/ $^\circ\text{C}$
转速 $21.0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$		
0 h	30.6	29.6
0.5 h	54.3	49.7
2.0 h	78.1	78.3
20.0 h	85.7	84.8
停止试验 2.0 h		
转速 $26.2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$		
0 h	48.5	48.6
0.5 h	67.8	66
4.0 h	90.5	89.5
20.0 h	91.5	89.8
转速 $31.4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$		
0 h	92.5	90.5
0.5 h	95.1	92.2
1.0 h	96.4	93.1
4.0 h	97.7	93.4
6.0 h	96.5	91.7
8.0 h	95.9	91.0
8.5 h	96.0	91.2

注:试验停止后均未见泄漏,密封状态良好。

表4 2#和4#油封对比试验

试验转速和时间	2#油封 试验油温度/ $^\circ\text{C}$	4#油封 试验油温度/ $^\circ\text{C}$
转速 $31.4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$		
0 h	19.9	20.2
0.5 h	46.0	45.0
3.0 h	90.5	88.3
6.0 h	93.9	92.9
9.0 h	94.8	93.4
停止试验 4.0 h		
转速 $36.7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$		
0 h	36.1	35.3
0.5 h	62.0	62.3
1.0 h	79.7	78.0
3.0 h	96.6	94.4
6.0 h	99.1	97.9
9.0 h	97.0(已泄漏)	97.2
停止试验 4.0 h		
转速 $41.9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$		
0 h	-	37.6
0.5 h	-	62.4
1.0 h	-	80.1
3.0 h	-	97.4
6.0 h	-	99.6
停止试验	-	未见泄漏

(2) 某厂轴承密封件, 介质为水, 涂覆减磨材料前使用1个周期, 涂覆减磨材料后性能明显改善, 可使用2个周期。

4 结论

(1) 本工作研制的减磨材料物理性能、耐油性能良好, 耐水介质性能优异。

(2) 涂覆减磨材料的密封件试样比未涂覆减磨材料的密封件试样摩擦因数明显减小, 且摩擦因数波动较小。

(3) 从油封的台架试验以及产品应用实例可以看出, 涂覆减磨材料的密封件使用寿命明显长于未涂覆减磨材料的密封件, 涂覆减磨材料的密封件可以产业化生产。

Antifriction Material for Nitrile Rubber Seals

Xiang Yu

(Guangzhou Mechanical Engineering Research Institute, Guangzhou 510700, China)

Abstract: The antifriction material based on adhesive and lubricant was prepared for nitrile rubber seals, and had good mechanical properties, outstanding lubrication properties, and excellent water resistance. The results of friction test and oil seal rotation test showed that the antifriction layer coated on the surface of nitrile rubber dynamic seals could effectively reduce friction and temperature rise on the sealing surface, delay the thermal aging rate of seals, and significantly improve the service life of seals.

Keywords: nitrile rubber; seals; antifriction material; oil seal; friction coefficient



信息·资讯

固特异胎压自控技术荣膺突破技术奖

固特异开发的胎压自控技术(AMT)日前荣获美国《大众机械 (POPULAR MECHANICS)》杂志所授予的突破技术奖。《大众机械》突破技术奖评比活动每年举办1次, 迄今已举办8年, 该项奖旨在对大幅推进医学、太空探测、汽车设计以及环境工程等领域发展的创新技术及产品进行表彰。

固特异胎压自控技术能确保轮胎始终保持理想的充气状态, 进而带来显著的节油效应。胎压自控技术虽然复杂, 但整个系统的设计原理却很简单, 而系统运行所需的动力由滚动的轮胎提供。

固特异的胎压自控技术不仅能提车辆高燃油效率、减少排放以及延长轮胎使用寿命, 对环保产生积极影响, 而且有助于改善车辆的驱动性能。

陈维芳