

耐磨损改性滑块的研制与应用

付宏生 刘京华 刘华刚

(北京电子科技职业学院模具技术系, 北京 100176)

摘要 研制了一种改性润滑油改性聚酰胺 6 (FHS1-PA6) 滑块, 介绍了其材料及加工工艺选择方案, 研究了 FHS1-PA6 的摩擦磨损性能。结果表明, 由这种新材料制成的滑块的使用寿命比铸铁滑块提高了 30 倍, 该材料制造成本低, 还可以用于各种机器设备的摩擦副。

关键词 聚酰胺 6 滑块 磨损 摩擦 润滑

北京某企业设备中的滑块在工作过程中很容易被磨损, 平均使用寿命约为 5 d, 需要经常更换, 更换滑块时要停机拆装, 影响生产。该滑块所用材料为铸铁, 滑道材料为铸钢。企业为了降低滑块磨损, 提高使用寿命, 在滑块与导轨之间加入润滑油, 这样虽然使滑块的使用寿命有所提高, 但却将机器设备弄得很脏。

企业为了解决这一影响生产效率的实际问题, 将此科研课题交给北京电子科技职业学院解决, 要求研制长寿命的特殊材料以代替原滑块材料, 材料成本和制造成本要与原来相当。

1 研制改性材料方案

根据研制改性材料的任务要求, 选择采用工程塑料代替金属材料方案。在工程塑料中, 聚酰胺 (PA6)、聚甲醛 (POM) 和聚四氟乙烯 (PTFE) 的耐磨性能比较优异, 表 1 为这 3 种工程塑料的力学性能比较^[1]。

表 1 PA6、POM、PTFE 的力学性能比较

项 目	PA6	POM	PTFE
屈服强度 / MPa	47	69	20
拉伸强度 / MPa	70	60	
弯曲强度 / MPa	96	104	12
压缩强度 / MPa	92	69	42
冲击强度 / kJ · m ⁻²	无缺口 11.8	202 15	不断 16.4

从表 1 可以看出, 3 种工程塑料中 PA6 的拉伸强度和压缩强度最高。从加工方法看, PA6 和 POM 可以采用注射成型, 加工成本较低; 而 PTFE 不能采用注射成型, 加工成本较高。进一步比较 PA6 和 POM 的原料成本, PA6 的价格较低。此外, PA6 的接枝改性效果较好。所以, 选用 PA6 作为实验材料。

1.1 滑块工作条件

机器工作时滑块承受的最大力约为 1100 N, 运

动速率为 50 m/min。

1.2 材料选择

实验证明, 用 PA6 制造的滑块虽能满足企业的使用要求, 并能保护滑道不受损坏, 但使用寿命仍不是很理想^[2]。为了进一步提高滑块的使用寿命, 笔者从提高 PA6 的润滑性入手, 经过反复实验, 研制了改性润滑油 (FHS1) 改性 PA6 (FHS1-PA6)。这种材料成本较低、耐磨损、摩擦系数小、自润滑性能好, 且有较高的力学性能, 可以注射成型。

2 实验部分

2.1 原材料

PA6: 日本宇部兴产公司;
FHS1: 由稀土 (氟碳土类) 和 20 号航空润滑油组成^[3], 自制;
聚四氟乙烯 (PTFE): 上海安特洛普化学有限公司;
聚乙烯 (PE): 北京金燕信化工有限公司;
抗氧化剂: 1010, 北京三安化化工产品有限公司;
钛酸酯偶联剂: NDZ-101, 天长市宏盛精细化工厂;
硅烷偶联剂: KH570, 湖北新蓝天新材料股份有限公司;
滑石粉: 海城市辽海合成矿产有限公司;
二氧化钛: 廊坊翔宇钛白粉制造有限公司。

2.2 主要设备

单螺杆挤出机: SJ-90 型, 武汉塑料机械厂;
摩擦磨损试验机: M-200 型, 宣化试验机厂;
高速混合机: GH-101 型, 北京塑料机械厂;
注塑机: JM128-C/ES 型, 香港震雄塑料成型设备有限公司;
混合搅拌反应釜: 自制。

2.3 工艺流程及加工工艺

试验采用两种加工方法。第一种是挤出加工法,其加工工艺为:先将 PA6、FHS1 及助剂(钛酸酯偶联剂、硅烷偶联剂、抗氧剂、PTFE 分散剂和 PE 等)放入高速混合机中混合;再将混合好的物料加入单螺杆挤出机加工造粒,制成 FHS1-PA6 粒料;由于该粒料易吸湿,因此,在注射成型前需要热风循环干燥处理,干燥处理温度为 90 ~110℃,料层厚度为 25 mm,干燥时间为 8 ~12 h;最后经注射成型并后处理得到滑块样件。具体工艺流程和加工设备分别见图 1、图 2。

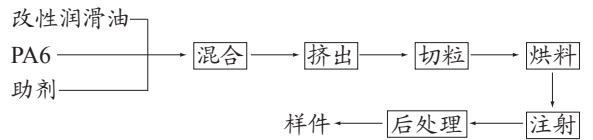


图 1 挤出加工工艺流程图

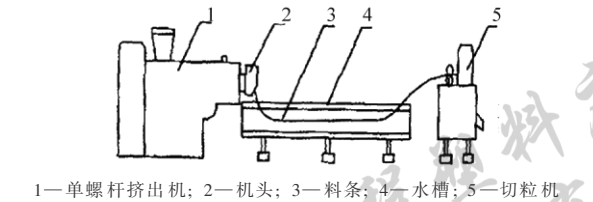


图 2 挤出加工设备示意图

第二种是熔混加工法,其加工工艺为:先将 PA6 投入熔混釜中,通过电感线圈向釜内加热;当 PA6 熔融后,将 FHS1 和助剂加入釜中,搅拌保温约 20 min,再从进气口通入高压 CO₂ 气体,使釜中的料从出料孔挤压出并进入水槽冷却;然后由切粒机牵引切料,制成 FHS1-PA6 粒料,该粒料在注射成型前同样需要经热风循环干燥处理,干燥处理条件同挤出加工工艺;最后经注射成型并后处理得到滑块样件。具体工艺流程和加工设备分别见图 3、图 4。

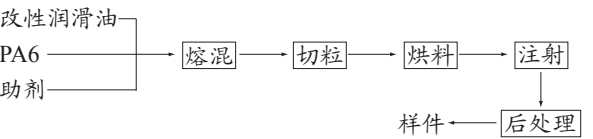


图 3 熔混加工工艺流程图

3 结果与结论

3.1 不同加工工艺的比较

实验表明,采用挤出加工和熔混加工两种方法都能加工出 FHS1-PA6 粒料。用挤出法加工时,当材料含油量超过 1.5% (质量分数,下同) 后,混合料易在机筒内打滑,不能正常出料;而用熔混法加工时,即使含油量为 3.0% 也不会出现上述情况^[4]。摩擦磨损实验结果表明,FHS1-PA6 的含油量超过

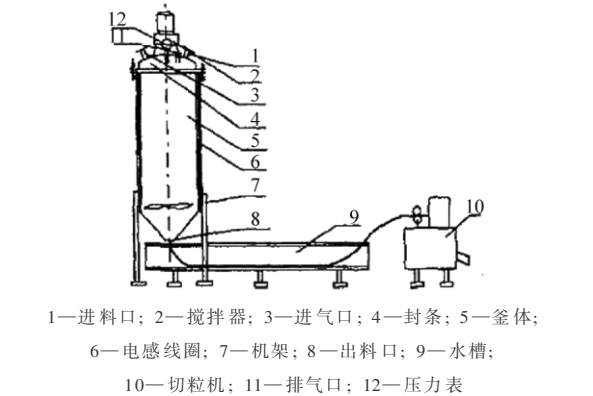


图 4 熔混加工设备示意图

1.5% 后,摩擦系数与磨损率才迅速下降,达到材料设计要求。因此,采用挤出法加工 FHS1-PA6 的方法是不可取的,只有采用熔混法才能加工出合格的粒料。

3.2 FHS1-PA6 含油量与耐磨性的关系

表 2 列出不同含油量材料的摩擦系数和磨损率。由表 2 可以看出,FHS1-PA6 的含油量对材料的摩擦磨损性能有很大影响,FHS1-PA6 的含油量越高,材料的摩擦系数和磨损率就越小。当含油量达到 1.5% 左右时,摩擦系数与磨损率迅速下降;当含油量达到 3.0% 时,摩擦系数和磨损率均趋于最小值,此时 FHS1-PA6 耐磨损性较好。

表 2 不同含量的 FHS1-PA6 的摩擦、磨损性能

含油量%	摩擦系数	磨损率/mm ³ (N·m) ⁻¹
0	0.40	5.86 ×10 ⁻⁴
0.5	0.39	4.81 ×10 ⁻⁴
1.0	0.37	4.21 ×10 ⁻⁴
1.5	0.33	3.55 ×10 ⁻⁴
2.0	0.27	2.41 ×10 ⁻⁴
2.5	0.24	1.59 ×10 ⁻⁴
3.0	0.21	1.09 ×10 ⁻⁴
3.5	0.20	0.76 ×10 ⁻⁴
4.0	0.20	0.72 ×10 ⁻⁴

实验证明,当 FHS1-PA6 熔混材料的含油量小于 3.0% 时,油会熔入 PA6 熔体中;当含油量大于 3% 时,PA6 熔体呈饱和状态,多余的油只能浮在 PA6 熔体表面,FHS1-PA6 的含油极限为 3%。

3.3 FHS1-PA6 与 PA6 的性能比较

表 3 列出 FHS1-PA6 (含油量 3.0%) 与 PA6 的性能比较。由表 3 可以看出,FHS1-PA6 的摩擦系数和磨损率都比 PA6 大为降低,而其它性能基本相近。

4 滑块的研制与应用

根据滑块企业提供的滑块塑料件图纸,设计制

表 3 FHS1-PA6 与 PA6 性能的比较

项 目	FHS1-PA6	PA6
摩擦系数	0.21	0.4
磨损率/mm ³ (N·m) ⁻¹	1.09×10 ⁻⁴	5.56×10 ⁻⁴
拉伸强度/MPa	60	61
压缩强度/MPa	75	75
弯曲强度/MPa	85	85
缺口冲击强度/J·m ⁻²	3.5	3.1
断裂伸长率/%	150	200
洛氏硬度(R)	120	100
熔点/℃	220	220
吸水率/%	1.5	2

作出塑料注射成型模具^[5]。模具设计为一模一腔, 采用点浇口。由于滑块的厚度较厚, 增加了保压时间, 冷却水道应均匀布置, 以保证充分冷却。采用注射成型工艺以含油量 3% 的 FHS1-PA6 材料生产出滑块, 该滑块的性能满足使用要求, 使用寿命比铸铁滑块提高了 30 倍, 比 PA6 滑块提高了 5 倍。FHS1-PA6 滑块使用时不用加润滑油, 保持了生产设备清洁, 降低了成本, 得到企业的高度评价。

笔者接下来打算将 FHS1-PA6 材料用于压缩机和汽缸的活塞环等摩擦副上, 以提高活塞环的使用

寿命, 使压缩机能够得到纯洁的压缩空气。

5 结语

当 FHS1-PA6 的含油量超过 1.5% 时, 不宜用挤出加工法, 而应采用熔混加工法生产; FHS1-PA6 的含油量不能超过 3%, 否则, 加工过程中或加工出的塑料件会出现渗油现象; FHS1-PA6 的含油量为 3% 时, 材料的磨损率与摩擦系数都较小, 自润滑性较好, 用其制造的滑块有较长的使用寿命。FHS1-PA6 材料的耐磨性能优越, 制造成本低, 使用寿命长, 有很好的推广应用前景, 现已申报国家发明专利。

参 考 文 献

[1] 张玉龙, 李萍. 工程塑料改性技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006: 1 - 66.

[2] 周仲荣. 摩擦学发展前沿[M]. 北京: 科学出版社, 2006: 156 - 179.

[3] 郑发正, 谢凤. 润滑剂性质与应用[M]. 北京: 中国石化出版社, 2006: 119 - 124.

[4] 李杰, 刘芳, 陈祖欣. 塑料润滑及表面助剂原理与应用[M]. 北京: 中国石化出版社, 2006: 76 - 111.

[5] 付宏生. 塑料成型模具[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006: 67 - 78.

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF ENDURE ABRASION SLIDE BLOCK

Fu Hongsheng, Liu Jinghua, Liu Huagang

(Department of Mold Designing, Beijing Vocational College of Electronic Science, Beijing 100176, China)

ABSTRACT A novel slide block of FHS1-PA6 was development. The choosing projects of material and processing technology were presented, and the friction abrasion capability of FHS1-PA6 was studied. The results showed that the service life of novel slide block was 30 times higher than that of cast iron slide block. The cost of FHS1-PA6 was low, and it could be used in friction pair of all kind of equipment.

KEYWORDS PA6, slide block, abrasion, friction, lubricating

上海锦湖日丽塑料有限公司

上海锦湖日丽塑料有限公司最新推出免喷涂特殊色彩效果材料, 包括金属珠光效果、金属闪烁效果、半透闪烁效果三个系列, 基材覆盖 ABS、PC/ABS、PMMA/ABS, 具有环保、节能、高效、便于回收的特点, 该材料已在空调装饰板、格栅和洗衣机盖板等部件上得到了成功应用。

为使塑料制品获得各种色彩的外观效果, 通常需要采用喷涂的方法来实现。但是, 喷涂工艺的生产工序复杂, 成品良好率低且成本高。同时, 喷涂工艺污染环境, 产品的回收利用也较困难。而对于那些直接成型的具有金属珠光效果的未喷涂外观件而言, 其表面一般都带有难以消除的熔接线和流痕。上海锦湖日丽塑料有限公司推出了一种可免喷涂的特殊色彩效果材料, 通过使用高光镜面模具, 以及较高的模具温度(70℃ 以上) 加工条件, 有助于解决制件表面的熔接线和流痕问题, 从而实现真正的免喷涂。与喷涂工艺相比, 该免喷涂材料方案可使总体成本降低 50% 以上, 同时实现了环保生产, 制品的回收利用也更加容易。

地址: 上海市闵行区华漕镇纪高路 1399 号 电话: 021 - 62969608
网址: www.kumhosunny.com.cn 传真: 021 - 62969622