

短纤维/橡胶复合材料挤出成型的试验研究

李利¹,王振鲁^{1*},吕春蕾²,党栋¹,王瑞¹,孙书华¹

(1. 青岛科技大学机电工程学院, 山东 青岛 266061; 2. 北京橡胶工业研究设计院, 北京 100143)

摘要:研究短纤维用量和排列取向对短纤维/橡胶复合材料性能的影响。结果表明:在恒定的挤出工艺条件下,短纤维用量对短纤维/橡胶复合材料物理性能的影响呈规律性变化;当短纤维用量为3份时,复合材料综合物理性能最佳。短纤维取向的复合材料物理性能和耐磨性能优于短纤维非取向复合材料,但短纤维取向复合材料的回弹性低于短纤维非取向复合材料。

关键词:短纤维;橡胶;复合材料;挤出;取向

中图分类号:TQ330.38⁺9;TQ330.6⁺4 **文献标志码:**B **文章编号:**1000-890X(2014)08-0480-03

短纤维补强橡胶复合材料是一种将短纤维作为补强分散体加入到橡胶中,使之与橡胶相互掺合形成类似于混合物的补强性复合材料。短纤维/橡胶复合材料具有各向异性,其在短纤维取向方向具有高强度和高模量,在垂直于短纤维取向方向具有较好的柔软性,使得短纤维补强的橡胶制品具有良好的性能。

本工作对短纤维/橡胶复合材料进行挤出试验,对比短纤维/橡胶复合材料径向取向机头挤出输送带胶料与普通机头挤出输送带胶料的性能。

1 实验

1.1 主要原材料

丁苯橡胶(SBR),牌号1500,青岛克罗斯化学有限公司提供;预处理聚酯短纤维,长度为3 mm,石家庄盛烽合成纤维有限公司产品。

1.2 主要设备及仪器

XJD $\Phi 65 \times 160$ 型橡胶冷喂料挤出机,内蒙古富特橡塑机械有限公司产品;X(S)M-1.7 L 型密炼机,青岛科技大学自行研制;X(S)K-160 型开炼机,上海橡胶机械厂产品;QLB-D400 $\times$

400 $\times$ 2型平板硫化机,上海第一橡胶机械厂产品;JSM-6700F 型冷场发射扫描电子显微镜,日本 JEOL 公司产品;CJ-6 型冲击弹性试验机,QP-16 型橡胶、塑料实验切片机,KS-DR-S 型可塑度试验机,上海化工机械四厂产品;TS2005b 型万能试验机,中国台湾优肯科技股份有限公司产品;MM4130C 型无转子硫化仪,北京环峰化工机械实验厂生产;GT-7012-D 型阿克隆磨耗机,中国台湾高铁科技股份有限公司产品。

1.3 试验配方

SBR 100,炭黑 N330 45,轻质碳酸钙 5,氧化锌 10,硬脂酸 2,防老剂 BLE 2,防老剂 MB 2,液体古马隆树脂 4,石油树脂 5,硫黄 1,促进剂 DM 1.5,促进剂 TMTD 2.5,短纤维 变量。

1.4 工艺

(1)混炼。胶料用密炼机混炼,开炼机加硫黄。混炼温度为30~50℃。加料顺序为:SBR→聚酯短纤维、炭黑 N330→各种填充剂→排胶→加硫黄、开炼→薄通5次→下片(厚度约2 mm)^[1]。

(2)取向。用所设计的用于橡胶输送带的挤出机机头实现纤维排列取向。

1.5 性能测试

(1)物理性能。硫化胶物理性能测试的拉伸试样取向为L向,测试其拉伸性能和撕裂强度,试样厚度为2.6 mm,拉伸速率为500

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51345006);高等学校博士学科点专项科研基金资助课题(20123719120004);山东省博士基金资助项目(BS2011ZZ005);青岛市科技计划基础研究项目[11-2-4-3-(11)-jch]

作者简介:李利(1972—),女,安徽寿县人,青岛科技大学副教授,博士,主要从事高分子材料成型技术研究。

* 通信联系人

$\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$ 。每种样品取 5 个试样测试,取平均值作为最终结果。测试温度为 $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。邵尔 A 型硬度按按照 GB 527—1983《硫化橡胶物理试验方法的一般要求》在橡胶硬度仪上测试^[2]。

(2)阿克隆磨耗量。按照 GB/T 1689—1998《硫化橡胶耐磨性能的测定(用阿克隆磨耗机)》进行测试,试样取向为 Z 向(短纤维垂直于工作面)。磨耗体积按下式计算:

$$\Delta V = (m_1 - m_2) / \rho$$

式中 ΔV ——磨耗体积, cm^3 ;

m_1 ——试验前试样的质量, g;

m_2 ——试验后试样的质量, g;

ρ ——胶料密度, $\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

2 结果与讨论

2.1 物理性能

短纤维用量对不同短纤维取向复合材料物理性能的影响如图 1~4 所示。由图 1~3 可以看出,随着短纤维用量的增大,无论短纤维在胶料中是否取向,复合材料的 300%定伸应力、拉伸强度和撕裂强度均呈现先增大后减小的趋势,且最大值都出现在短纤维用量为 3 份时。

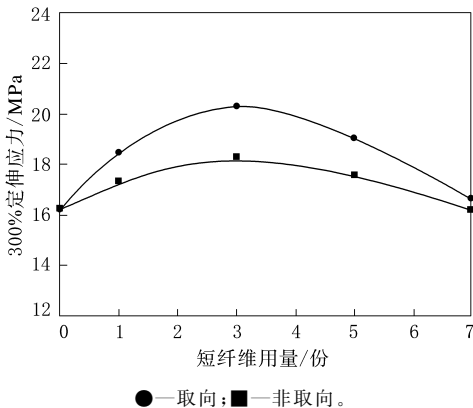
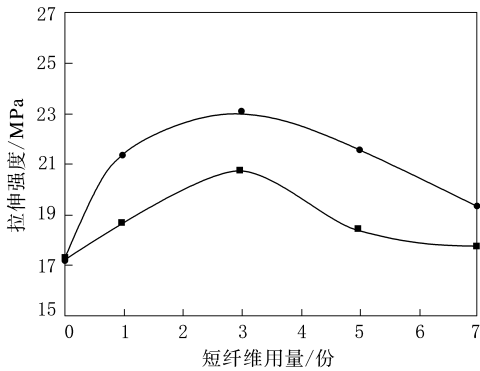


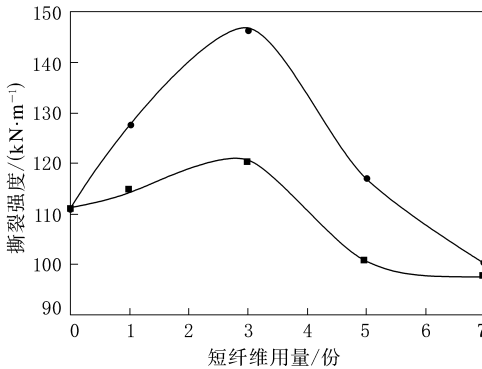
图 1 复合材料 300%定伸应力对比

由图 1~3 还可以看出,短纤维取向复合材料的 300%定伸应力、拉伸强度和撕裂强度均大于短纤维不取向的复合材料。短纤维用量为 1, 3 和 5 份时,短纤维取向复合材料的拉伸强度相对于不取向复合材料的提高幅度均较大;短纤维用量为 3 份时,短纤维取向复合材料的 300%定伸应力和撕裂强度较不取向复合材料提高幅度最大。



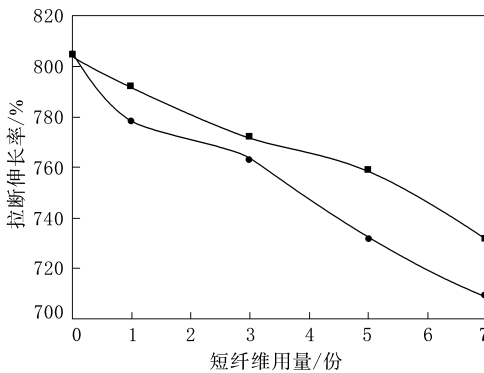
注同图 1。

图 2 复合材料拉伸强度对比



注同图 1。

图 3 复合材料撕裂强度对比



注同图 1。

图 4 复合材料拉断伸长率对比

由图 4 可以看出:无论短纤维是否取向,复合材料的拉断伸长率都随着短纤维用量的增大而逐渐减小;不同短纤维用量下,短纤维取向复合材料的拉断伸长率均小于短纤维不取向复合材料。这种现象与短纤维/橡胶复合材料的特点较吻合。

2.2 耐磨性能和回弹性

短纤维用量对不同短纤维取向复合材料阿克

隆磨耗量和回弹性的影响如图5和6所示。由图5和6可以看出:无论短纤维是否取向,复合材料的回弹性和阿克隆磨耗量都随着短纤维用量的增大呈现先减小后增大的趋势;当短纤维用量为3份时,复合材料的回弹性和阿克隆磨耗量都达到最小值;短纤维取向复合材料的回弹性和阿克隆磨耗量均小于短纤维不取向复合材料。

分析认为,由于短纤维对橡胶基体起到较大的限制作用,因此使复合材料的耐磨性能得到有

效增强。研究发现:当短纤维沿周向取向时,复合材料的耐磨性能变差;当短纤维沿径向取向时,复合材料的耐磨性能得到显著提高。这是由于当短纤维沿周向取向时,短纤维的排列方式与摩擦方向相互平行,导致在摩擦时短纤维容易剥落,因此其耐磨性能下降;当短纤维径向取向时,短纤维的排列方向与其摩擦方向垂直,增加了橡胶制品摩擦时的刚性,磨损是磨耗的主要方式。因此,短纤维的径向取向程度对复合材料的耐磨性能有较大影响。

胶料中加入短纤维后,会阻碍胶料的压缩变形,降低橡胶的回弹性。当短纤维在胶料中径向取向时,其取向方向与橡胶弹性方向平行,因此对橡胶基体的限制作用较大;而当短纤维沿周向取向时,短纤维取向方向与橡胶的弹性方向垂直,对胶料基体的限制作用相对于径向取向有所降低。

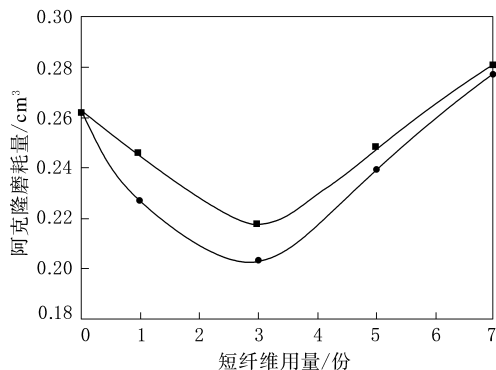
3 结论

通过以上分析可以看出,在恒定的挤出工艺条件下,无论短纤维是否取向,短纤维对短纤维/橡胶复合材料物理性能的影响都呈规律性变化。当短纤维用量为3份时,复合材料的综合物理性能最佳。短纤维取向的复合材料物理性能和耐磨性能优于短纤维非取向复合材料,但短纤维取向复合材料的回弹性低于短纤维非取向复合材料。

参考文献:

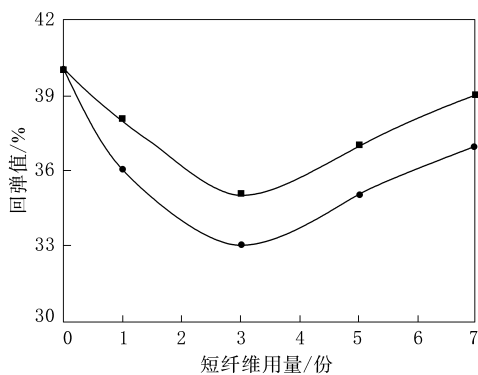
- [1] 张立群,周彦豪,张宇东,等.短纤维-橡胶复合材料动态力学性能研究[J].橡胶工业,1994,41(9):538-542.
- [2] 张德伟.短纤维-橡胶复合材料混炼机理及实验研究[D].青岛:青岛科技大学,2009.

收稿日期:2014-02-08



注同图1。

图5 复合材料阿克隆磨耗量对比



注同图1。

图6 复合材料回弹性对比

帆布橡胶履带及其制备方法

中图分类号:TQ336.2 文献标志码:D

由陈荣申请的专利(公开号 CN 102951220A,公开日期 2013-03-06)“帆布橡胶履带及其制备方法”,涉及的帆布橡胶履带由橡胶和强化层组成。其中强化层设计在橡胶内,由一层铁芯、一层钢丝和两层帆布组成。其制备步骤如下:先在模具中放入橡胶底胶,再在底胶上放入

帆布,在帆布上放入铁芯,在铁芯上铺设薄胶,在薄胶上铺放钢丝,然后张紧钢丝,在钢丝上放入帆布,在帆布上放入橡胶面胶,最后油缸定位加压(300 kPa)硫化(160 ℃)成型。该橡胶履带中增加了高强度帆布,解决了当前橡胶履带易疲劳、易裂、易切割和易磨损问题,同时可以防止轻微损伤扩展,使橡胶履带寿命延长。

(本刊编辑部 赵敏)