

环状短纤维对橡胶增强效果的初步研究

曾海泉 董林福 赫秀娟

(沈阳化工学院 110021)

金雅娜

(辽宁工学院, 锦州 121000)

余忠

(沈阳第三橡胶厂 110021)

摘要 提出了用环状短纤维对橡胶进行增强的想法, 并对用该想法制得的复合材料与用普通短纤维制得的复合材料在力学性能上进行了比较分析。结果表明, 环状短纤维的增强效果比普通短纤维好; 用环状短纤维增强的橡胶试样在拉伸过程中表现出杨氏模量先小后大的特点, 且 T 向与 L 向的拉伸强度相差不大。

关键词 环状短纤维, 普通短纤维, 橡胶, 复合材料

普通短纤维-橡胶复合材料存在两个问题, 一个是普通短纤维的增强效果与连续长纤维有较大差距; 另一个是短纤维在加工过程中的取向严重, 且不好控制。为了解决前一个问题, 人们革新纤维预处理方法^[1,2], 采用新的粘合体系^[3]; 为了解决后一个问题, 人们进行了大量流变学计算, 设计了各式各样的专用机头^[4], 但研究工作并未取得突破性进展。

普通短纤维-橡胶复合材料存在的上述问题, 是由普通短纤维的形状决定的。光滑一根短线, 加工过程中自然会出现取向行为; 至于增强效果差, 是因为基体所承受的力只能通过基体与纤维的结合界面进行传递, 而这种结合界面又很难有可靠保证, 在这种短纤维增强的橡胶试样断面上, 时常能看见整根纤维连根拔起的现象。

根据上述情况, 本文第一作者提出用环状短纤维来增强橡胶的想法。环状短纤维与橡胶制得的复合材料, 基体所受的力除了通

过界面传递给纤维外, 更主要是通过环套与基体之间的机械撕拉及锚定效应来进行传递, 因此, 它肯定具有更好的增强效果。此外, 环状短纤维自身的弹性, 使得其具有阻止取向的趋势, 因此, 在加工中可减缓取向行为, 实现各向同性。

1 实验

1.1 原材料及配方

尼龙 66 无捻无定型长丝, 规格为 39dtex/22F, 辽阳石油化纤公司纤维一厂产品。

胶料配方如下: NR 100, 氧化锌 5, 硬脂酸 2, 防老剂 A 1.5, 通用炭黑 43, 硫黄 2, 促进剂 NOBS 1, 促进剂 TMTD 0.03。

1.2 试样制备

环状短纤维由尼龙长丝制得, 为了使环状短纤维的结尽可能小以减轻其造成的宏观影响, 长丝的号数选为 39dtex, 由这种长丝织成的环状短纤维的结最大尺寸小于 0.3 mm。用自制专用编织机将尼龙长丝编成图 1 所示的形状后, 用 RFL (间苯二酚-甲醛胶

作者简介 曾海泉, 男, 34 岁。硕士, 讲师。主要从事橡胶塑料加工工艺及设备的研究与教学。已在《模具工业》等刊物上发表论文 7 篇。

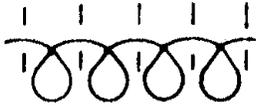


图1 环状短纤维示意图

乳)浸渍液进行预处理,然后将其切成一个个小圆环备用。为了对比,将其中一部分长丝直接用 RFL 浸渍液进行预处理,并切成 5 mm 的长度备用。为了更好地将纤维混入混炼胶中,先将混炼胶在 1 mm 辊距下出片,然后在胶片上铺一层短纤维,再将胶片对折,放入炼胶机中混炼,直到该层纤维全部混入胶中。重复上述操作,直至所有短纤维都加入胶中。然后反复辊压,混合均匀后薄通取向。硫化在 40 t 平板硫化机上进行,硫化温度为 145 °C,时间为 18 min,最后按 L 向(沿出片方向)及 T 向(垂直出片方向)切取试样。

1.3 拉伸性能测试

在 XLL-250 拉力试验机上,按 GB/T 528—92 测定应力-应变曲线及其它力学性能。

1.4 试样断面观察

用目测及显微镜观察试样断面。

2 结果与讨论

2.1 环状与普通短纤维增强效果的比较

各种试样的应力-应变曲线见图 2。从图 2 可看出:

(1)环状短纤维的 L 向甚至 T 向试样的拉伸强度都比普通短纤维 L 向的高,这说明其增强效果好。这主要是因为普通尼龙短纤维虽经处理,但其结合界面仍不很强,从断面上仍然可以看到连根拔出的纤维。此外,普通短纤维并非理想地按 L 向取向,甚至有少部分纤维排列接近 T 向,这显然也是增强效果差的原因。而对每个环状短纤维,尽管在加工过程中可能会变成长轴沿 L 方向而短轴沿 T 方向的椭圆,但不管沿什么方向拉伸,每个环状短纤维总有相当于两根普通短

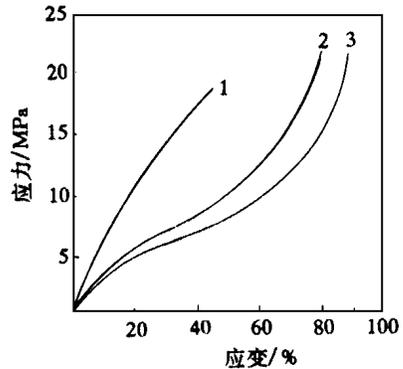


图2 各种试样的应力-应变曲线

(短纤维质量分数为 0.18)

1—普通尼龙短纤维 L 向试样; 2—环状尼龙短纤维 L 向试样; 3—环状尼龙短纤维 T 向试样

纤维的承力效果。

(2)普通尼龙短纤维增强橡胶 L 向试样在拉伸过程中表现出杨氏模量较大且较恒定;而环状尼龙短纤维增强橡胶的 L 向及 T 向试样在拉伸过程中杨氏模量呈先小后大的变化状况,而 T 向试样的小杨氏模量区比 L 向试样的更宽。前者是因为普通短纤维沿拉伸方向排列,橡胶与短纤维间结合较牢,而纤维的杨氏模量又大,因此,其对橡胶的约束能力较强,呈现为较大的杨氏模量。而环状短纤维,经过加工后变成长轴沿 L 方向而短轴沿 T 方向的椭圆。对椭圆状短纤维,不管沿长轴还是短轴方向拉伸,其变形能力总要比线状纤维更强,因此,这种纤维对橡胶变形的约束效果较弱,呈现出较小的杨氏模量。但对环状短纤维增强橡胶 L 向试样进行拉伸时,相当于对椭圆状纤维沿长轴方向进行拉伸,其变形潜力较小,很容易拉伸到极限状态,表现为其小杨氏模量区较窄,相反, T 向试样的拉伸则相当于沿椭圆状纤维的短轴拉伸,故其变形潜力较大,表现为小杨氏模量区较宽。至于环状短纤维增强橡胶试样在拉伸过程中经过一段小杨氏模量段后,出现大杨氏模量段,是由环状短纤维所围住的橡胶基体造成的,因为椭圆状短纤维受拉变形后,其

形状和面积将发生变化,当被围橡胶的变形不能适应上述形状和面积的变化时,就会导致整体变形能力的下降,直至试样断裂。

(3)环状短纤维增强橡胶的L向及T向拉伸强度相当接近。这表明环状短纤维抵抗取向的能力较强,虽然在加工过程中变成了椭圆状,但椭圆的长短轴相差不大。这与用普通短纤维制得的复合材料形成鲜明的对比。

2.2 环状短纤维用量对复合材料性能的影响

不同环状短纤维用量复合材料的应力-应变曲线见图3。从图3曲线2可看出,当纤维用量小时,稀疏地分布在橡胶基体中的环状短纤维不能有效地限制基体变形,随着基体变形的加大,环状短纤维承受的应力增大,当变形大到一定程度时,环状短纤维的两个承力边断裂,但此时基体仍有承受全部负荷的能力,只有当基体破坏后,整个试样才最终破坏,因此,其应力-应变曲线上可以明显地看到屈服点。

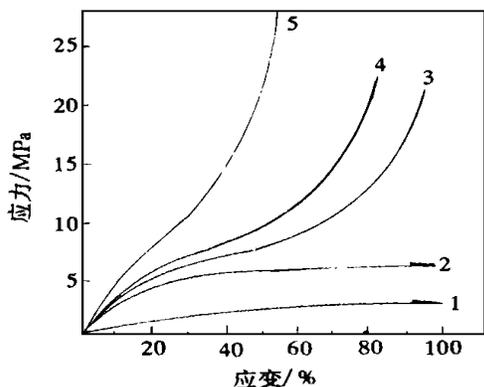


图3 不同短纤维用量复合材料的应力-应变曲线(L向)

- 1—不加短纤维; 2—短纤维质量分数为0.04; 3—短纤维质量分数为0.09; 4—短纤维质量分数为0.18; 5—短纤维质量分数为0.30

随着环状短纤维用量的增大,试样开始出现2.1节中(2)所述的现象,即杨氏模量在拉伸过程中表现为先小后大的情况,这种现象

象虽然随着纤维用量的增大而变得不那么明显,但应力-应变曲线的凹凸性没有根本改变。这是因为随着纤维用量的增大,试样变形能力下降,表现杨氏模量先小后大这种特性的空间变小造成的,但这种变化特性没有根本改变。

环状尼龙短纤维与普通尼龙短纤维增强试样的拉伸强度与纤维用量的关系如图4所示。从图4可以看出,普通尼龙短纤维增强试样的拉伸强度在短纤维用量小时随短纤维用量的增大而减小,而当纤维用量增大到一定值后,又随纤维用量增大而增大,而对环状短纤维增强的试样,这种现象却不明显。普通短纤维增强时之所以出现上述现象,是因为当纤维用量小时,由于纤维与橡胶基体的变形能力相差很大,在纤维的两端出现严重的应力集中现象,加剧试样的破坏,因此,此时试样的拉伸强度还不如不加短纤维的情况^[9]。而用环状短纤维增强时,因为环状短纤维本身具有较强的变形能力,它减缓了由于纤维不能随橡胶一同变形而产生的应力集中现象,从而其拉伸强度下降不大。

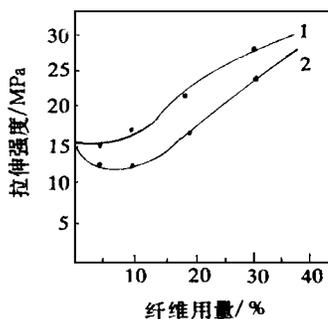


图4 拉伸强度与纤维用量的关系(L向试样)
1—环状短纤维; 2—普通短纤维

2.3 断面分析

普通尼龙短纤维,虽经过RFL浸渍液预处理,但由其增强的试样断面仍能看见连根拨出的纤维,这说明仍有部分纤维没有发挥其增强作用。而在环状短纤维增强的试样断口中,一般见到的纤维都是独边的,即环状纤

维在两边被拉断,只有少量的环状短纤维将其所围的橡胶剪断后半环拉出,在基体上留下一个具有强烈撕拉痕迹的扁形小洞,而上述两种情况都说明纤维发挥了增强作用。

3 结论

(1)环状短纤维具有比普通短纤维更好的增强效果,用其增强的橡胶试样应力-应变性能均比用普通短纤维增强的试样更高。

(2)用环状短纤维增强的橡胶试样在拉伸过程中表现出杨氏模量先小后大的特点。

(3)环状短纤维增强的橡胶 T 向与 L 向的拉伸强度相差不大,这对要求各向同性的

使用场合具有重大意义。

参考文献

- 1 张立群,周彦豪,李东红.短纤维预处理方法及其对复合材料性能的影响.橡胶工业,1994,41(3):132
- 2 Foldi A P. reinforcement of rubber through short individual filaments. Rubber Chem. Technol., 1976, 49(2):387
- 3 Murty V M, De S K. short jute fiber reinforced rubber composites. Rubber Chem. Technol., 1982, 55(2): 287
- 4 陈伦纪.短纤维增强胶管取向机头的研究.特种橡胶制品,1991,(12)2:46
- 5 王卫东,王梦蛟.含短纤维硫化胶的拉伸破坏研究.橡胶工业,1989,36(8):491

收稿日期 1997-11-07

Study on Reinforcing Effect of Circular Short Fibre on Rubber

Zeng Haiquan, Dong Linfu and He Xiujuan

(Shenyang Institute of Chemical Technology 110021)

Jin Yana

(Liaoning Institute of Technology 121000)

She Zhong

(Shenyang No. 3 Rubber Factory 110021)

Abstract A circular short fibre/rubber composite was produced and compared to a conventional short fibre/rubber composite in the mechanical properties. The results showed that the circular short fibre was better than the conventional short fibre in terms of the reinforcing effect; the Young's modulus changed from low to high in the tensile test of circular short fibre/rubber composite test piece, and the tensile strengthes in T and L direction were quite similar.

Keywords circular short fibre, conventional short fibre, rubber, composite

橡胶防老剂应加快发展

为适应橡胶工业发展的需要,我国橡胶防老剂应加快发展。

据了解,与国外橡胶行业使用的橡胶防老剂相比,我国产品主要有以下不足:(1)国外对苯二胺类防老剂已逐步推广应用,且应用比例较大,而国内仍以防老剂 A 和 D 为主,这两个品种约占总产量的 50%。(2)国外复合型防老剂基本上满足了长效、多功能、耐老化能力强的要求,而国内产品大多性能

单一,品种老化,结构不合理。

据预测,橡胶工业近期将以年均 6% 的速率增长,防老剂需求量亦将有大幅度增长。为此,有关部门应加紧在以下方面开展工作:(1)深入研究防老剂的作用机理,利用抑制或延缓橡胶氧化降解的基本原理,开发长效、复合、高效的新型产品。(2)逐步淘汰对环境有污染的防老剂 A 和 D 等产品,尽快开发出对苯二胺类系列产品,以满足国内需求。

(摘自《中国化工报》,1998-02-18)