

Effect of Carbon Fibers on Properties of Chloroprene Rubber

Yanhong Xu, Zaixue Wang, Guiying Zhao

Jiangsu Rubber Recycling Engineering R&D Center, Department of Materials Engineering, Xuzhou College of Industrial Technology, Xuzhou Jiangsu

Email: xuyan@mail.xzcit.cn

Received: Oct. 10th, 2017; accepted: Oct. 23rd, 2017; published: Oct. 30th, 2017

Abstract

The effect of 5 mm carbon fibers (CF) on the mechanical and hot-oxygen aging properties, and Akron abrasion performance of chloroprene rubber (CR) has been studied in this paper. Rubber composites were prepared with CF varying from 0, 5, 10, 15, 20, and 25 phr based on the rubber blend of CR (CR 100 phr, ZnO 5 phr, MgO 4 phr, SA 1 phr, DM 0.5 phr, NA-22 2 phr). Their properties including physical and mechanical strength, thermal aging performance and akron abrasion loss were tested. The results show that CF has great effect on the properties of CR. With the addition of CF, the Shore A hardness, 300% modulus and tear strength increase. Especially, rubber composites with CF have good thermal aging resistance, hardness, tensile strength, tear strength and modulus increase. Akron abrasion performance shows a downward trend with the content of CF varying from 5 to 25 phr.

Keywords

Chloroprene Rubber, Carbon Fiber, Thermal Aging Resistance, Property

碳纤维对氯丁橡胶性能的影响

徐彦红, 王再学, 赵桂英

徐州工业职业技术学院, 材料工程学院, 江苏省橡胶循环利用研发中心, 江苏 徐州

Email: xuyan@mail.xzcit.cn

收稿日期: 2017年10月10日; 录用日期: 2017年10月23日; 发布日期: 2017年10月30日

摘要

以氯丁橡胶(CR)作为基料, 碳纤维作为填充物, 研究5 mm碳纤维(CF)加入氯丁橡胶的力学性能、老化

性能和阿克隆磨耗性能的变化。在氯丁橡胶母炼胶(CR 100份, ZnO 5份, MgO 4份, SA 1份, DM 0.5份, NA-22 2份)基础上分别填充不同量的CF (0, 5, 10, 15, 20, 25份)制备复合橡胶材料, 并对此材料进行力学、老化和磨耗性能的测试。结果表明CF对CR的性能具有较大的影响, 随着碳纤维的加入橡胶的邵氏A硬度、300%定伸应力和撕裂强度提高, 尤其是复合材料具有优异的耐热老化性能, 硬度、拉伸强度、撕裂强度、定伸应力均增加。而阿克隆磨耗性能随碳纤维量(5~25份)的增加呈下降趋势。

关键词

氯丁橡胶, 碳纤维, 耐热老化, 性能

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

随着科技的发展, 橡胶制品的应用越来越广, 对材料的综合性能要求也越来越高。研究者在现有聚合物基础上通过添加一些特殊材料对其改性, 从而得到了许多种性能优异可用于各种类型需求的新型复合功能材料[1] [2] [3] [4]。氯丁橡胶(CR)具有极性氯部分和非极性烃部分, 其结构规整, 易伸长结晶, 强力很高、粘附能力好, 具有独特的合成橡胶性能, 如耐油、耐热老化、耐臭氧、耐腐蚀等, 其综合物理机械性能良好, 是一种用途极为广泛的橡胶材料[5] [6] [7], 如软管、辊盖、输送带, 空气弹簧波纹管, 电缆, 海面橡胶, 耐腐蚀的衬里, 衬板, 织物打样和鞋类, 皮带, 靴子, 水密封剂及许多医疗上用的支架如脚踝手腕和膝盖等的支架[8]。

碳纤维(CF)主要是由碳元素组成的一种特种纤维, 其显著优点是强度高、质量轻、纤度好等, 同时具有一般碳材料的特性, 如耐高温、耐酸性能好、耐摩擦、导电、导热、膨胀系数小等。由于碳纤维这些优异的综合性能, 使其与树脂、金属、陶瓷等基体复合后形成的碳纤维复合材料, 具有高的比强度、比模量、耐疲劳、导热、导电等一系列优良性质, 在现代工业方面应用非常广泛[9] [10] [11]。近年来, 碳纤维的引入改进了橡胶制品的耐热性, 耐磨性、回弹性、导电性及其它力学性能等都得到改善, 碳纤维在橡胶领域的研究成为热点之一[12] [13] [14]。

2. 实验部分

2.1. 原材料及设备

原材料: CR 牌号为 322 (重庆长寿捷圆化工有限公司), 硬脂酸 SA (广州市诚壹明化工有限公司), ZnO (临沂市源泉商贸有限公司), MgO (潍坊力合粉体科技有限公司), 促进剂 DM (上海成锦化工有限公司), 促进剂 NA-22 (威海天宇新材料科技有限公司), CF (5 mm, 威海光威复合材料有限公司)。

实验设备: 橡胶开炼机(XK-160, 无锡第一橡塑机械有限公司), 平板硫化机(QLB-50D/Q, 无锡市第一橡塑机械有限公司), 无转子硫化仪(GT-M2000-A, 高铁科技股份有限公司), 邵尔 A 型橡胶硬度计(LX-A, 江都市真威试验机械有限责任公司), 电子拉力机(JDL-2500N, 江都市新真威试验机械有限责任公司), 空气热老化试验箱(RHL-225, 南京五和试验设备有限公司), 磨耗试验机(WML-76, 江苏江都市真威试验机械有限公司)。

2.2. 试样制备

实验基本配方(质量份): CR 100, ZnO 5, MgO 4, SA 1, DM 0.5, NA-22 2。然后分别添加不同量(0, 5, 10, 15, 20, 25 份)的 CF。

制备过程: CR 经过塑炼、混炼, 接着加入 MgO、SA、ZnO、NA-22 混炼, 待混炼均匀后, 打 6 个三角包, 炼成母炼胶。紧接着将母炼胶平均分成 7 份, 再分别加入 ZnO 不同规格和不同量的 CF, 打 6 个三角包, 然后在 1~2 mm 辊距下, 过辊 5 遍, 下片待用, 停放, 然后进行硫化: 硫化温度为 170℃, 硫化时间为正硫化时间(t_{90}), 表压为 15 MPa。

2.3. 性能测试

邵氏 A 型硬度按照 GB/T531.1-2008, 邵氏硬度计进行测试; 物理机械性能按照 GB/T528-2009 用电子式拉力试验机进行测试; 撕裂实验依据 GB/T529-2008 测试; 耐磨性能按照 GB/T9867-2008, 在磨耗试验机上进行测试。

3. 结果与讨论

3.1. 碳纤维用量对橡胶复合材料物理机械性能的影响

由表 1(a)值可知, CR 中加入 CF 对它的物理机械性能有较大的影响, 复合橡胶的邵氏 A 硬度随着 CF 用量的增加而增大; 撕裂强度也都比没加 CF 时增大, 而且随着 CF 的增加(从 5 份到 20 份), 撕裂强度呈现增加的趋势; 加入 CF 后所得复合橡胶的 300%定伸应力均增大; 但是 CF 的加入却降低了复合橡胶的拉伸强度, 这主要是因为 CR 分子结构规整, 拉伸强度较高, CF 的加入破坏了 CR 结构规整性, 使其分子间作用力减小, 所以复合材料的拉伸强度降低。但 CF 的加入可以明显提高橡胶的定伸应力和撕裂强度。

所制备的橡胶在热空气老化箱中 100℃老化 72 h 后所得材料的性能见表 1(b), 老化前后复合橡胶的性能变化列于表 2, 从表 1 和表 2 中可以看出, 复合橡胶材料经过热老化后的邵氏 A 硬度、撕裂强度、300%定伸应力均大于老化前的硬度, 而且添加了 CF 橡胶的撕裂强度增加得更显著。CF 的加入使得橡胶老化后的拉伸强度增加, 而不添加 CF 的 CR 老化后的拉伸强度降低, 这是因为 CF 具有较好的耐热性, 从而增强了复合材料的耐热老化性能。

3.2. 碳纤维添加量对氯丁橡胶材料磨耗性能的影响

阿克隆磨耗测试结果如图 1 所示, 可以看出随着加入的 CF 量份数的增加复合材料的阿克隆磨耗体

Table 1. Effect of CF on the physical and mechanical properties of rubber (before (a) and after hot-oxygen aging (b))*

表 1. 碳纤维用量对橡胶物理机械性能的影响(老化前后 a/b)*

CF 用量(份)	硬度(邵氏 A) (a/b)	撕裂强度(N/mm) (a/b)	拉伸强度(MPa) (a/b)	300%定伸应力(MPa) (a/b)
0	47/51	23.00/25.18	18.64/13.51	1.66/2.27
5	58/61	33.24/38.93	12.97/13.71	2.95/3.66
10	66/69	35.44/43.42	12.98/13.18	3.37/4.30
15	68/73	43.03/47.82	11.89/13.39	4.01/4.32
20	74/74	44.12/48.93	11.44/11.85	3.72/4.87
25	75/78	40.41/45.75	11.07/11.32	3.65/5.42

*a 为热老化前, b 为 100℃ × 72 h 热老化后数据。

Table 2. Property changes of composite rubbers filled with different content of CF before and after hot-oxygen aging
表 2. 添加不同量纤维所得复合橡胶在热老化前后性能变化

CF 用量(份)	硬度(邵氏 A)	撕裂强度(%)	拉伸强度(%)	300%定伸应力(%)
0	4	9	-28	37
5	3	17	6	24
10	3	23	2	28
15	5	11	13	8
20	0	11	4	31
25	3	13	2	48

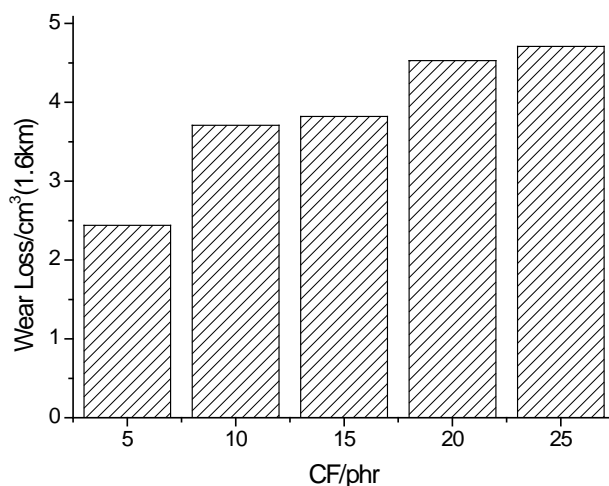


Figure 1. Effect of CF with different contents on the akron abrasion performance of CR

图 1. CF 的不同用量对 CR 材料磨耗性能的影响

积值呈增加趋势,表明复合材料的耐磨性能降低,在磨耗实验中,磨耗轮工作表面存在长丝条,可能磨耗过程中,整根的碳纤维被磨掉现象,这可能因为 CF 和 CR 之间的结合力不好导致复合材料的磨耗性能下降。

4. 结论

- 1) 碳纤维对氯丁橡胶的性能有较大影响,随碳纤维用量的增加,复合材料的拉伸强度减小,但是撕裂强度、邵氏 A 硬度及 300%定伸应力均增大;
- 2) 随着碳纤维的加入,橡胶耐热性能增强,老化后的物理机械性能均大于老化前的相应性能;
- 3) 阿克隆磨耗值随碳纤维的加入而增大,复合材料的磨耗性能下降。

致 谢

感谢江苏省科技厅自然科学基金项目(BK20161166),徐州市社会发展项目基金(KC15SH003)和徐州工业职业技术学院博士重点项目(1115088801040140)基金等的支持。

参考文献 (References)

- [1] 翁国文. 橡胶材料简明读本[M]. 北京: 化学工业出版社, 2013.

- [2] 孙举涛, 姚彬彬, 王丽丽, 刘尧. 多功能橡胶助剂TPM的制备及其在溶聚丁苯橡胶中的应用[J]. 橡胶工业, 2017, 64(4): 228-231.
- [3] 辛华, 赵星, 任庆海, 张雯汐. 改性石墨烯/天然橡胶复合材料的制备及性能[J]. 精细化工, 2017, 34(5): 513-518.
- [4] 武卫莉, 王骏. 短切碳纤维/氟橡胶复合材料性能研究[J]. 弹性体, 2015, 25(2): 33-38.
- [5] 翁国文, 杨慧, 刘琼琼, 沈慧, 王艳秋. 共聚氯醚再生胶/氯丁橡胶并用胶的性能[J]. 合成橡胶工业, 2017, 40(3): 197-201.
- [6] 孔明明, 刘浩, 王玉杰, 张振亚, 何素芹, 刘文涛, 朱诚身. 氯丁胶的研究现状与发展趋势[J]. 中国粘接剂, 2017, 26(5): 56-58.
- [7] 李进卫. 特种橡胶的性能特点及其应用[J]. 化学工业, 2014, 32(9): 38-43.
- [8] Fahma, F., Hori, N., Iwata, T. and Takemura, A. (2014) Preparation and Characterization of Polychloroprene Nanocomposites with Cellulose Nanofibers from Oil Palm Empty Fruit Bunches as a Nanofiller. *Journal of Applied Polymer Science*, **131**, 40159. <https://doi.org/10.1002/app.40159>
- [9] 刘肖英, 何雪涛, 张金云, 杨卫民, 张阁, 丁玉梅. 碳纤维材料在航空轮胎上的应用[J]. 弹性体, 2014, 4(4): 27-32.
- [10] 闫丽丽, 乔妙杰, 雷忆三, 王富强, 王东红, 陈佳. 化学镀镍碳纤维/环氧树脂复合材料电磁屏蔽性能[J]. 复合材料学报, 2013, 30(2): 44-49.
- [11] 沈典宇, 虞锦洪, 江南, 詹肇麟. 碳纤维@石墨烯/环氧树脂复合材料的制备和导热性能研究[J]. 塑料工业, 2017, 45(7): 98-102.
- [12] 王强, 齐英杰. 短切碳纤维与工程机械翻新轮胎胎面胶复合强化技术[J]. 中国公路学报, 2014, 27(12): 120-126.
- [13] 张华知, 陈建, 龚勇, 邓乙川, 王涛, 谢纯. 螺旋纳米碳纤维对天然橡胶补强性能的研究[J]. 弹性体, 2014, 24(1): 6-8.
- [14] 张硕, 程俊梅, 赵树高. 沥青基短切碳纤维氧化改性及其天然橡胶复合材料的性能[J]. 合成橡胶工业, 2015, 38(2): 136-140.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2331-012X, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: amc@hanspub.org