

层叠式取向机头的工艺条件对短纤维补强橡胶复合材料性能的影响

汪传生, 谢超林, 王振鲁

(青岛科技大学 机电工程学院, 山东 青岛 266061)

摘要: 研究层叠式取向机头的工艺参数对短纤维补强橡胶复合材料性能的影响。结果表明, 在挤出过程中, 机头温度主要是改变橡胶分子链的动能, 螺杆转速对胶料的分层及短纤维径向取向有影响, 在机头温度为 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、螺杆转速为 $20\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ 时, 短纤维补强橡胶复合材料的综合物理性能最佳。

关键词: 挤出机; 层叠式取向机头; 短纤维; 复合材料; 机头温度; 螺杆转速

中图分类号: TQ330.38⁺9; TQ330.4⁺4 **文献标志码:** B **文章编号:** 1000-890X(2015)06-0371-03

随着汽车工业的飞速发展, 对轮胎提出了全面高性能化的要求。短纤维补强橡胶复合材料是比较理想的具有特殊用途的轮胎胎面胶材料。在胶料中添加短纤维, 并使短纤维沿适当方向取向, 能够显著提高轮胎的整体性能^[1-6]。

层叠法是一种新型微纳叠层共挤出技术, 通过对复合胶料熔体进行分层-扭转-合并来增加复合材料的层数。本工作设计出一种层叠式取向挤出机头, 可在短纤维补强橡胶复合材料挤出过程中将挤出胶料分层并使短纤维沿适当方向取向^[7]。本研究进行了层叠式取向机头挤出工艺参数试验, 得到了最佳工艺参数。

1 实验

1.1 原材料

国产标准天然橡胶(NR), 牌号 SCR5, 海南省农垦集团有限公司产品; 聚酯短纤维, 盛烽合成纤维有限公司产品; 炭黑 N330, 青岛德固萨化学有限公司产品; 白炭黑, 罗地亚白炭黑(青岛)有限公司产品; 其他均为市售工业级产品。

1.2 试验配方

NR 100, 聚酯短纤维 3, 炭黑 N330

38.5, 白炭黑 15, 偶联剂 Si69 3, 氧化锌 3.5, 硬脂酸 2, 防老剂 RD 1.5, 防老剂 6PPD 2, 增塑剂 A 2, 硫黄 1, 促进剂 NOBS 1.5, 促进剂 PP-3 1。

1.3 试验设备

Φ65 销钉机筒橡胶冷喂料挤出机层叠式取向机头(如图 1 所示), 自行设计; X(S)M-1.7L 型密炼机, 青岛科技大学产品; QLB-D 型平板硫化机, 上海第一橡胶机械厂产品; X(S)K-160 型开炼机, 上海橡胶机械厂产品; UM-2050 型门尼粘度仪和 UT-2060 型拉力试验机, 优肯科技股份有限公司产品; GT-7016-AB 型气压式自动切片机和 GT-2012-D 型磨耗试验机, 高铁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产品。

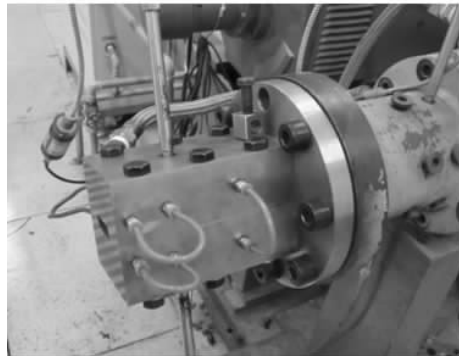


图 1 层叠式取向机头

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51345006)

作者简介: 汪传生(1960—), 男, 安徽安庆人, 青岛科技大学教授, 博士, 主要从事高分子材料加工技术及装备的教学和科研工作。

2 结果与讨论

2.1 机头温度试验及数据分析

不同机头温度挤出短纤维补强橡胶复合材料的性能测试结果见表 1。

由表 1 可以看出,在其他参数不变的情况下,随着机头温度的升高,短纤维补强橡胶复合材料硫化后的性能变化情况如下:300%定伸应力、拉伸强度和撕裂强度均是先增大,在 80 ℃时达到最大值,然后开始减小;拉断伸长率和拉断永久变形都是先增大,然后呈波动变化趋势;DIN 磨耗量先减小,在 80 ℃时达到最小,然后呈增大趋势。

表 1 不同机头温度挤出短纤维取向角及补强橡胶
复合材料性能测试结果

项 目	机头温度/℃				
	50	60	70	80	90
取向角/(°)	62	67	75	80	77
300%定伸应力/MPa	10.50	11.42	12.07	12.70	12.15
拉伸强度/MPa	23.01	23.33	24.12	25.03	24.02
拉断伸长率/%	654	676	662	669	672
拉断永久变形/%	24.35	24.49	24.79	24.51	24.55
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	89	90	91	92	91
DIN 磨耗量/mm ³	108.0	107.5	107.0	106.2	106.9

注:螺杆转速为 20 r·min⁻¹。

机头温度对挤出过程的影响主要是改变橡胶分子链的动能,从而改变胶料的粘度。机头温度较低时,胶料在挤出过程中粘度较高,阻碍了胶料的分层以及短纤维的径向取向;随着机头温度的升高,机头内部结构对胶料的剪切拉伸作用逐渐增强,胶料分层和短纤维径向取向明显,胶料的物理性能变优;但温度过高,胶料易发生预硫化,影响胶料的质量。

因此,层叠式取向机头挤出纤维补强橡胶复合材料的最佳机头温度为 80 ℃。

2.2 螺杆转速试验及数据分析

不同螺杆转速挤出短纤维补强橡胶复合材料的性能测试结果见表 2。

由表 2 可以看出,在其他参数不变的情况下,随着螺杆转速的增大,短纤维补强橡胶复合材料硫化后的性能变化情况如下:300%定伸应力、拉伸强度和拉断伸长率均呈先增大后减小的趋势;拉断伸长率和拉断永久变形的变化呈波动趋势;DIN 磨耗量先减小后增大,在螺杆转速为 20

表 2 不同螺杆转速挤出短纤维取向角及补强橡胶
复合材料性能测试结果

项 目	螺杆转速/(r·min ⁻¹)				
	10	15	20	25	30
取向角/(°)	69	77	80	76	72
300%定伸应力/MPa	11.97	12.35	12.61	12.40	11.87
拉伸强度/MPa	23.58	24.39	25.17	24.41	23.67
拉断伸长率/%	662	650	659	679	650
拉断永久变形/%	23.12	21.27	23.19	24.68	22.06
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	90	91	92	91	90
DIN 磨耗量/mm ³	107.5	106.9	105.8	106.7	108.0

注:机头温度为 80 ℃。

r·min⁻¹时最小。

螺杆转速主要对挤出机的生产能力产生影响,同时对机头压力的建立有重要作用。螺杆转速较低时,胶料的运动速度较小,机头压力小,剪切流场和拉伸流场的作用较弱,不利于胶料的分层及短纤维径向取向;随着螺杆转速的提高,机头压力增大,剪切流场和拉伸流场的作用逐渐增强,促使胶料的分层以及短纤维径向取向,从而得到质量较高的胶料;但螺杆转速太高,机头压力过大,胶料在机头内的运动时间过短,且胶料流动发生紊乱,不利于短纤维径向取向,使胶料的物理性能下降。

综上所述,螺杆转速增大,挤出胶料性能先优后劣是因为螺杆转速对胶料的分层及短纤维径向取向的影响。层叠式取向机头挤出的最佳螺杆转速为 20 r·min⁻¹。

3 结论

层叠式取向机头工艺条件试验结果表明,随着机头温度和螺杆转速的增大,复合材料各项性能先提高后降低,机头温度为 80 ℃、螺杆转速为 20 r·min⁻¹时,短纤维补强橡胶复合材料的综合物理性能最佳。

参考文献:

[1] Naohiko Kikuchi. 短纤维增强橡胶在轮胎中的应用[J]. 王晓冬,译. 轮胎工业,1997,17(6):357-359.
[2] 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.
[3] 周彦豪. 短纤维-橡胶复合材料的开发应用[J]. 化工进展,1988(3):18-22.
[4] 李汉堂. 短纤维补强橡胶在轮胎中的应用[J]. 橡胶科技市

场,2006,7(1):22-25.

[5] 刘洪涛,周彦豪,张兴华. 有机短纤维增强橡胶复合材料研究进展[J]. 高分子材料科学与工程,2004,20(3):41-45.

[6] 崔时虎. 短纤维增强橡胶及其取向机头的研究[J]. 橡胶技术

与装备,1990,25(4):1-11.

[7] 杨卫民,王德禧,丁玉梅. 一种纳米叠层复合材料制备装备[P]. 中国:CN 102069579A,2011-05-25.

收稿日期:2014-12-26

2015 橡胶新技术、新材料论坛在青岛举办

中图分类号:TQ33 文献标志码:D

2015年4月9—10日,由山东省橡胶行业协会主办的2015橡胶新技术、新材料论坛在山东省青岛举办。来自橡胶新材料、橡胶制品和橡胶机械生产企业等单位的代表参加了此次论坛。

论坛上,山东省橡胶行业协会会长张洪民做了主题为“2014年山东省橡胶行业运行情况及面临的机遇与挑战”的报告。报告指出,山东省橡胶工业经过多年快速发展,虽已成为全国橡胶工业第一大省,但大而不强的矛盾依然突出,伴随国际贸易保护日趋严重,轮胎行业市场压力不断增大。2014年山东省橡胶行业实现销售收入4 051.58亿元,同比增长11.38%,增幅较2013年回落3.62个百分点,利润268.99亿元,同比增长7%,增幅较2013年下降12.3个百分点,今后低速增长将成为新常态。他强调,“创新思维,转型升级”将成为2015年山东省橡胶行业的主基调。

随着国外经济的深度调整,加上国际贸易保护主义严重,我国轮胎遭遇了美国“双反”调查,国内外市场压力不断加大,将对我国乘用车轮胎出口造成严重影响。在国外市场,中国轮胎的主要优势在于价格低廉,因此,削弱我国轮胎市场竞争力的有效办法为提高关税。美国是我国轮胎出口的最大市场,2014年下半年以来,美国“双反”的影响已经显现。数据显示,我国出口美国的轮胎从2014年11月份开始出现较大幅度的下降,其中11月份同比下降21.9%,12月份同比下降43.3%。我国轮胎出口美国受阻,其他国家可能会效仿美国,从而引发一系列连锁反应。尽管很多企业正采取开发新兴市场等积极措施,但短期内难以见效。

2014年12月31日,《复合橡胶通用技术规范》推荐性国家标准正式发布,并将于2015年7月1日起正式实施。标准确定复合橡胶生胶质量分数不大于0.88。该标准对国内天然橡胶产业起到了一定的保护作用,但同时也提高了橡胶加工企业的生产成本和工艺难度,意味着橡胶加工企业需进行

配方调整,并重新进行产品试验,且原有的橡胶加工设备和工艺将不再适用。因此,轮胎企业的生产成本也随之提高,对正在受到美国“双反”影响的中国轮胎企业而言,该标准的实施无疑是雪上加霜。

在我国轮胎行业整体增速放缓的大背景下,轮胎行业需寻求新标准下复合橡胶的出路与生产对策。对此,与会嘉宾与企业代表进行了互动交流,认为国内轮胎企业应转变生产方式,注重产品升级,加快工艺创新,着重提高轮胎的功能性和附加值。轮胎行业发展应该更加注重先进性、实用性和环保性,才能促进技术水平提高,并提升产品市场占有率。加强品牌建设、控制产能、提高科技创新能力以及创新营销模式将是推动我国橡胶工业发展的指导方针。此次论坛上,国家橡胶轮胎质量监督检验中心主任马良清以米其林轮胎为例,结合轮胎检测与使用过程中出现的问题,预测了全钢子午线轮胎的发展趋势,报告实用性较强,反响强烈。

本次论坛重点关注和讨论中国橡胶行业未来的发展和运行情况,特别是天然橡胶复合橡胶新标准下的生产对策,同时介绍了橡胶行业的新技术、新材料、新工艺以及废橡胶的资源化措施,为全国橡胶行业搭建了重要的交流和沟通平台,有利于促进中国橡胶工业技术水平的提高。

(本刊编辑部 孙斯文 田军涛)

一种发动机冷却水管总成

中图分类号:TQ336.3 文献标志码:D

由天津滨海中冠胶管有限公司申请的专利(公开号 CN 103573381A,公开日期 2014-02-12)“一种发动机冷却水管总成”,提供了一种耐高温、弯曲性能好的发动机冷却水管总成,包括冷却水管、弹簧卡箍和扎带。冷却水管由内层橡胶管、纤维增强层和外层橡胶管组成。冷却水管的2个端口设有弹簧卡箍,中部设有扎带。该冷却水管采用橡胶材质,大大提高了弯曲性能;弹簧卡箍可使管道与金属部件之间紧密连接,便于操作使用。

(本刊编辑部 赵敏)