

抗疲劳剂G-108在工程机械轮胎胎面下层胶中的应用

陈忠强

(徐州徐轮橡胶有限公司, 江苏 徐州 221011)

摘要:研究抗疲劳剂G-108(间苯二胺、钴盐和酚类树脂聚合而成的络合物)在工程机械轮胎胎面下层胶中的应用。结果表明,添加抗疲劳剂G-108的胎面下层胶的生热明显降低,自粘性提高,硫化特性和物理性能变化不大,成品轮胎耐久性能提高。

关键词:抗疲劳剂G-108;工程机械轮胎;胎面下层胶;粘合性能;生热;耐久性能

中图分类号:TQ330.38⁺7;U463.341⁺.5

文章编号:2095-5448(2019)03-0173-03

文献标志码:A

DOI:10.12137/j.issn.2095-5448.2019.03.0173

随着国家基础建设的快速发展,工程机械轮胎的需求日益增加,对轮胎质量的要求也越来越高^[1-3]。工程机械轮胎在使用过程中由于胎面下层胶料热量集聚、温升过高,出现脱层和肩空,严重影响使用性能^[4-6]。

抗疲劳剂G-108是间苯二胺、钴盐和酚类树脂聚合而成的络合物,是一种多功能橡胶助剂,有利于提高胶料粘合性能和降低生热。

本工作主要研究抗疲劳剂G-108在工程机械轮胎胎面下层胶中的应用,以防止轮胎出现早期破坏。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),SMR20,马来西亚产品;顺丁橡胶(BR),牌号9000,中国石油大庆石化公司产品;炭黑N330,山西三强炭黑有限公司产品;炭黑N660,山西恒大化工有限公司产品;抗疲劳剂G-108,台州市黄岩东海化工有限公司产品。

1.2 配方

配方见表1。

1.3 主要设备与仪器

XSM-1.5型密闭式炼胶(塑)机,青岛科高橡塑机械技术装备有限公司产品;XK-160型开炼机和25 t平板硫化机,上海橡胶机械一厂有限公司产

作者简介:陈忠强(1971—),男,江苏徐州人,徐州徐轮橡胶有限公司工程师,主要从事配方设计和工艺管理工作。

E-mail:619357689@qq.com

表1 配方 份

组 分	试验配方	生产配方
NR	80	80
BR	20	20
炭黑N330	25	5
炭黑N660	15	15
硫黄和促进剂	3.25	3.25
抗疲劳剂G-108	10	0
其他	18.7	18.7

品;F370和GK270型密炼机,大连橡胶塑料机械股份有限公司产品;HV2-90E型门尼粘度仪,无锡市电子仪表工业有限公司产品;GT-M2000A型无转子硫化仪、TCS-2000型拉力试验机和GT-PH2000型压缩疲劳试验机,高特威尔检测仪器(青岛)有限公司产品;401型老化试验箱,上海实验仪器厂有限公司产品。

1.4 试样制备

1.4.1 小配合试验

小配合试验胶料混炼分两段进行。一段混炼在XSM-1.5型密炼机中进行,转子转速为40 r·min⁻¹。混炼工艺为:生胶→氧化锌、硬脂酸、抗疲劳剂G-108等→压压砣(40 s)→炭黑和芳烃油(40 s)→压压砣(30 s)→提压砣(10 s)→排胶(70℃)。二段混炼在开炼机上进行,混炼工艺为:一段混炼胶→硫黄和促进剂→薄通→下片。

1.4.2 大配合试验

大配合试验胶料混炼分3段进行。一段和二段混炼在F370型密炼机中进行,转子转速为40 r·min⁻¹。一段混炼工艺为:生胶→氧化锌、硬脂

酸、抗疲劳剂G-108等→压压砣(20 s)→提压砣→炭黑→压压砣(30 s)→提压砣→芳烃油→压压砣(20 s)→提压砣→排胶。二段混炼工艺为:一段混炼胶→压压砣(20 s)→提压砣→炭黑→压压砣(20 s)→提压砣→压压砣(15 s)→提压砣→排胶。终炼在GK270型密炼机中进行,转子转速为 $20 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,混炼工艺为:二段混炼胶→硫黄和促进剂→压压砣(10 s)→提压砣→压压砣(10 s)→提压砣→压压砣(5 s)→提压砣(10 s)→排胶。

1.5 性能测试

胶料性能均按相应国家标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 理化分析

抗疲劳剂G-108的理化分析结果见表2。

表2 抗疲劳剂G-108的理化分析结果

项 目	测试值	指标 ¹⁾
外观	米灰色微珠	蓝色或米灰色微珠
加热减量(60 ℃×2 h)/%	2	≤4
氮质量分数×10 ²	1.7	1.5~2.0
硫质量分数×10 ²	1.5	0.8~2.0
沉实体积/(mL·g ⁻¹)	2.3	2.0~3.0
红外光谱相似率/%	101	≥95

注:1)企业标准Q/DOH 004—2017。

从表2可以看出,抗疲劳剂G-108的理化性能达到企业标准要求。

2.2 小配合试验

小配合试验结果见表3。

从表3可以看出:与生产配方胶料相比,添加抗疲劳剂G-108的试验配方胶料硫化特性基本相当;硬度略大,300%定伸应力、拉伸强度和拉断伸长率略低,但差别不大;生热明显降低,自粘性明显提高。

2.3 大配合试验

为进一步验证抗疲劳剂G-108的性能,根据小配合试验的结果,在试验配方中加入0.1份防焦剂CTP以提高胶料的加工安全性能,试验结果见表4。

从表4可以看出,大配合试验与小配合试验结果基本一致,与生产配方胶料相比,试验配方胶料生热降低,自粘性提高。从大配合试验和小配合试验可以看出,抗疲劳剂G-108能够很好地满足配方设计要求。

表3 小配合试验结果

项 目	试验配方	生产配方
门尼焦烧时间 t_5 (120 ℃)/min	35	36
硫化仪数据(143 ℃)		
F_L /(dN·m)	1.19	1.07
F_{max} /(dN·m)	4.06	3.99
t_{10} /min	7.6	8.2
t_{50} /min	13.9	14.3
t_{90} /min	19.1	18.3
硫化条件(138 ℃×40 min)		
邵尔A型硬度/度	61	59
300%定伸应力/MPa	12.7	13.8
拉伸强度/MPa	22.2	23.5
拉断伸长率/%	545	564
压缩疲劳温升 ¹⁾ /℃	17.1	24.5
剥离力 ²⁾ /N	7.1	6.3
100 ℃×24 h老化后		
邵尔A型硬度/度	66	64
300%定伸应力/MPa	14.8	15.9
拉伸强度/MPa	18.5	20.7
拉断伸长率/%	352	361

注:1)冲程 4.45 mm,负荷 1.1 MPa,温度 (55±1) ℃;

2)按企业标准测试,压合速率 $20 \text{ cm} \cdot \text{min}^{-1}$,压合时间 5 s,剥离速率 $20 \text{ cm} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

表4 大配合试验结果

项 目	试验配方	生产配方
门尼焦烧时间 t_5 (120 ℃)/min	36	34
硫化仪数据(143 ℃)		
F_L /(dN·m)	1.16	1.18
F_{max} /(dN·m)	3.91	4.05
t_{10} /min	8.1	8.3
t_{50} /min	14.3	15.9
t_{90} /min	18.7	17.4
硫化条件(138 ℃×40 min)		
邵尔A型硬度/度	60	56
300%定伸应力/MPa	12.5	13.2
拉伸强度/MPa	22.6	23.1
拉断伸长率/%	540	559
压缩疲劳温升 ¹⁾ /℃	17.5	24.2
剥离力 ²⁾ /N	7.0	6.2
100 ℃×24 h老化后		
邵尔A型硬度/度	66	67
300%定伸应力/MPa	14.4	15.3
拉伸强度/MPa	19.1	19.8
拉断伸长率/%	365	402

注:同表3。

2.4 成品轮胎性能

2.4.1 胶料性能

用大配合试验的生产配方和试验配方胶料试制23.5-25 16PR L3工程机械轮胎,分别测试成品轮胎胎面下层胶老化前后的物理性能和粘合性能,结果如表5所示。

表5 成品轮胎胎面下层胶的物理性能和粘合性能

项 目	试验轮胎	生产轮胎
邵尔A型硬度/度	65	64
300%定伸应力/MPa	12.9	13.1
拉伸强度/MPa	21.3	22.7
拉断伸长率/%	530	551
胎面下层-胎体帘布层粘合强度 ¹⁾ /(kN·m ⁻¹)	12.9	10.8
100℃×48h老化后		
邵尔A型硬度/度	67	66
300%定伸应力/MPa	15.2	16.1
拉伸强度/MPa	19.1	19.3
拉断伸长率/%	445	460
胎面下层胶-胎体帘布层粘合强度 ¹⁾ /(kN·m ⁻¹)	9.7	7.8

注:1)按照GB/T 532—2008测试。

从表5可以看出,无论是老化前还是老化后,与生产配方胶料相比,试验配方胎面下层胶与胎体帘布层的粘合强度明显较高。可以看出添加抗疲劳剂G-108能够明显提高胎面下层胶与胎体帘布层间的粘合强度,有利于提高轮胎的使用性能。

2.4.2 耐久性能

采用试验配方生产23.5-25 16PR L3工程机械轮胎,并进行成品轮胎耐久性试验,试验条件和结果见表6和7。

从表6和7可以看出,在相同试验条件下,试验轮胎比生产轮胎的累计行驶时间长,累计行驶里程大。

3 结论

抗疲劳剂G-108用于工程机械轮胎胎面下层胶,能有效降低胶料生热,提高下层胶与胎体帘布

表6 成品轮胎耐久性能试验条件

阶段	速度/(km·h ⁻¹)	负荷率/%	负荷/kg	测试时间/h
1	15	65	7 895	7
2	15	85	10 325	16
3	15	100	12 150	24
4	25	110	13 365	10
5	25	120	14 580	10
6	25	130	15 795	10
7	45	130	15 795	10
8	50	130	15 795	1
9	55	130	15 795	1
10	60	130	15 795	1
11	65	130	15 795	至破坏

表7 成品轮胎耐久性能试验结果

项 目	试验轮胎	生产轮胎
累计行驶时间/h	56.38	52.45
累计行驶里程/km	913.1	789.6
试验结束时轮胎状况	胎肩脱层	胎肩脱层

层间的粘合强度,对解决工程机械轮胎脱层的质量问题起到了很大的作用。

参考文献:

- [1] 田振辉,万志敏,杜星文. 橡胶复合材料疲劳损伤研究方法概述[J]. 橡胶工业,2001,48(10):628-631.
- [2] 刘练,韦邦风,刘亚祥. 改性氯磺化聚乙烯在轮胎胎侧胶中的应用[J]. 轮胎工业,2017,37(1):37-39.
- [3] 王浩,宋丽媛,王日国,等. 高耐疲劳轿车轮胎胎侧胶的配方设计与性能研究[J]. 橡胶工业,2018,65(3):313-317.
- [4] 傅国娟,马明强,史新妍. 疲劳次数对钢丝帘线/橡胶粘合性能的影响[J]. 橡胶工业,2016,63(4):206-210.
- [5] 坚双喜,魏进明,余江波. 抗疲劳剂PL-600在载重斜交轮胎缓冲层中的应用[J]. 橡胶工业,2003,50(11):667-668.
- [6] 谢小梅. 间苯二酚-80在半钢工程机械子午线轮胎带束层胶中的应用[J]. 橡胶科技,2017,15(12):44-46.

收稿日期:2018-08-20

Application of Anti-fatigue Agent G-108 in Tread Underlayer Compound of Off-The-Road Tire

CHEN Zhongqiang

(Xuzhou Xulun Rubber Co., Ltd, Xuzhou 221011, China)

Abstract: The application of anti-fatigue agent G-108 (complex of m-phenylenediamine, cobalt salt and phenolic resin) in the underlayer compound of the tread of off-the-road tire was studied. The results showed that, the heat build-up of the compound with G-108 decreased significantly, tackiness increased, vulcanization characteristics and physical properties changed little, and the endurance performance of the finished off-the-road tire increased.

Key words: anti-fatigue agent G-108; off-the-road tire; tread underlayer compound; adhesion property; heat build-up; endurance performance