

产品·设计

三骨架减震衬套粘接性能的改进

何方科, 胡余优, 丁斌煊, 李 剑
(建新赵氏科技有限公司, 浙江 宁海 315600)

摘要: 对三骨架减震衬套粘接性能进行改进, 从粘合剂种类、硫化工艺和胶料配方设计3方面进行优化。结果表明, 选用底涂粘合剂TH-P6、面涂粘合剂TH-OSN-2, 采用炭黑N330胶料配方, 确定最佳硫化工艺为注胶压力 21 MPa、硫化温度 155 ℃、硫化时间 500 s, 制得的三骨架减震衬套具有良好的粘接性能。

关键词: 三骨架; 减震衬套; 粘接性能; 粘合剂; 硫化工艺; 胶料配方

中图分类号: TQ336.4⁺2

文献标志码: A

文章编号: 1000-890X(2023)01-0051-05

DOI: 10.12136/j.issn.1000-890X.2023.01.0051



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

随着橡胶工业的不断发展, 采用橡胶作为原材料的汽车零部件越来越多, 为保障车辆行驶安全, 对汽车零部件中橡胶与金属粘接性能的要求越来越高^[1-2]。近些年对橡胶减震衬套粘接性能进行了大量的研究, 现已取得了很好的质量控制效果^[3-10]。但随着产品结构层出不穷, 新的三骨架减震衬套^[11]因中间套外壁橡胶比较薄, 在橡胶剥离试验中粘接面附胶率较低。

本工作从粘合剂种类、硫化工艺和橡胶配方设计3方面入手对三骨架减震衬套(以下简称减震衬套)的粘接性能进行改进, 以获得具有良好粘接性能的减震衬套产品。

1 实验

1.1 主要原材料

底涂粘合剂, 牌号TH-P6, 美国杜邦公司产品; 牌号CH205, 洛德化学(上海)有限公司产品。面涂粘合剂, 牌号TH-OSN-2, MEGUM538和THIXON-520, 美国杜邦公司产品; 牌号CH6411, CH6108和CH233X, 洛德化学(上海)有限公司产品。

1.2 天然橡胶(NR)胶料配方

1[#]配方: NR(3[#]标准胶, 下同) 100, 炭黑N330 40, 氧化锌 5, 硬脂酸 2, 芳烃油 5, 防老剂 4, 石蜡 2, 硫黄 2, 促进剂 1, 其他 5。

2[#]配方: NR 100, 炭黑N550 48, 氧化锌 5, 硬脂酸 2, 芳烃油 7, 防老剂 4, 石蜡 2, 硫黄 2, 促进剂 1, 其他 5。

3[#]配方: NR 100, 快压出炭黑N550 30, 炭黑N774 25, 氧化锌 5, 硬脂酸 2, 芳烃油 8, 防老剂 4, 石蜡 2, 硫黄 2, 促进剂 1, 其他 5。

1.3 主要设备和仪器

Sigma 100型注射成型硫化机, 德国Desma公司产品; TY801-120型衬套压缩机, 宁波天誉机械有限公司产品; GT-7001-LS30型万能材料试验机, 高铁检测仪器(东莞)有限公司产品。

1.4 试样制备

1.4.1 骨架

减震衬套骨架由内芯、中间套、外套3部分组成, 骨架是铝基材, 结构如图1所示。

骨架表面处理工艺为: 内芯、中间套、外套→预脱脂→抛丸→清洗→涂底胶→烘干→涂面胶→

作者简介: 何方科(1987—), 男, 浙江宁波人, 建新赵氏科技有限公司工程师, 硕士, 主要从事橡胶减震制品骨架表面处理及胶粘剂选型的研究工作。

E-mail: hefangke@126.com

引用本文: 何方科, 胡余优, 丁斌煊, 等. 三骨架减震衬套粘接性能的改进[J]. 橡胶工业, 2023, 70(1): 51-55.

Citation: HE Fangke, HU Yuyou, DING Binxuan, et al. Improvement on bonding property of three frame shock absorption bushing[J]. China Rubber Industry, 2023, 70(1): 51-55.

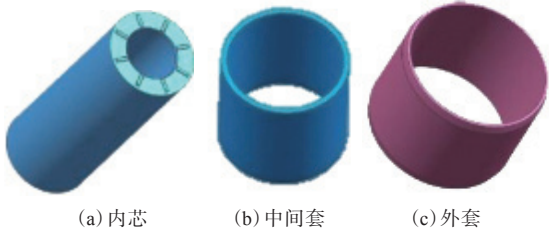


图1 骨架结构
Fig. 1 Skeleton structures

烘干→待硫化。

1.4.2 产品硫化

使用Sigma 100型注射成型硫化机进行减震衬套硫化,采用一出模具。

1.4.3 产品缩径

使用缩径机将成型后的减震衬套直径从40 mm缩减到38 mm,缩径后的减震衬套存放24 h后进行压脱测试。

1.5 性能测试

采用ASTM D429《橡胶特性 与硬质基质的粘

合性的标准试验方法》方法B——90°剥离测试采用粘合剂粘接的橡胶与硬质基材剥离粘接面的附胶率。

采用大众汽车标准PV 3378方法A进行减震衬套的粘接破坏测试。

2 结果与讨论

2.1 粘合剂种类的初步选择

根据产品图纸要求,将1#配方作为调试的主配方。橡胶剥离后铝基材粘接面的附胶率如表1所示,铝基材粘接面如图2所示。

表1 橡胶剥离后铝基材粘接面的附胶率 Tab. 1 Adhesion rates of bonding surfaces of aluminum substrate after rubber peeling				
粘合剂组合	1	2	3	平均值/%
TH-P6+MEGUM538	100	100	100	100
TH-P6+TH-OSN-2	100	100	100	100
TH-P6+THIXON-520	100	100	100	100

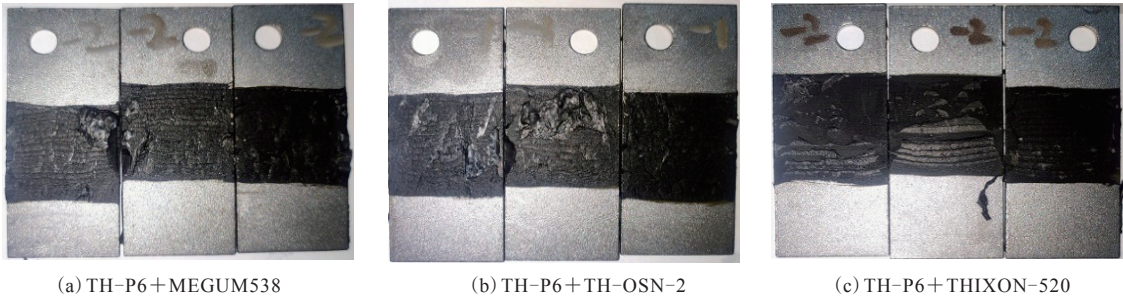


图2 橡胶与铝基材剥离后的粘接面示意
Fig. 2 Bonding surfaces of aluminum substrate after rubber peeling

从表1和图2可见,对于3种粘合剂组合,与橡胶剥离后铝基材粘接面的附胶率均为100%,即3种粘合剂与橡胶匹配。结合成本,考虑粘合剂组合选用TH-P6+MEGUM538。

2.2 硫化工艺对减震衬套粘接性能的影响

在橡胶与金属基材热硫化粘接过程中,硫化三要素——温度、时间、压力中任何一个要素选择不当都会造成橡胶与金属基材的粘接失效^[12-14]。本工作选用TH-P6+MEGUM538粘合剂组合为研究对象,研究硫化三要素对减震衬套粘接性能的影响。因1#配方胶料在注胶压力15 MPa和硫化温度155 ℃下的 t_{10} 为1.75 min, t_{90} 为4.83 min,因此选定注胶压力为15 MPa、硫化温度为155 ℃、硫化时间为500 s,再在此基础工艺上做上、下限验证,具

体硫化工艺见表2,对表2数据的透视分析结果见图3,破坏后的产品见图4。

表2 硫化工艺对减震衬套粘接性能的影响 Tab. 2 Effect of vulcanization processes on bonding properties of shock absorber bushings							
工艺编号	注胶压力/MPa	硫化温度/℃	硫化时间/s	骨架附胶率/%			
				1	2	3	平均值
1	15	150	400	10	10	10	10
2	18	155	400	10	20	30	20
3	21	160	400	30	30	40	33
4	18	150	500	30	40	30	33
5	21	155	500	40	50	50	47
6	15	160	500	15	15	15	15
7	21	150	600	40	40	30	37
8	15			30	30	30	30
9	18			30	30	30	30

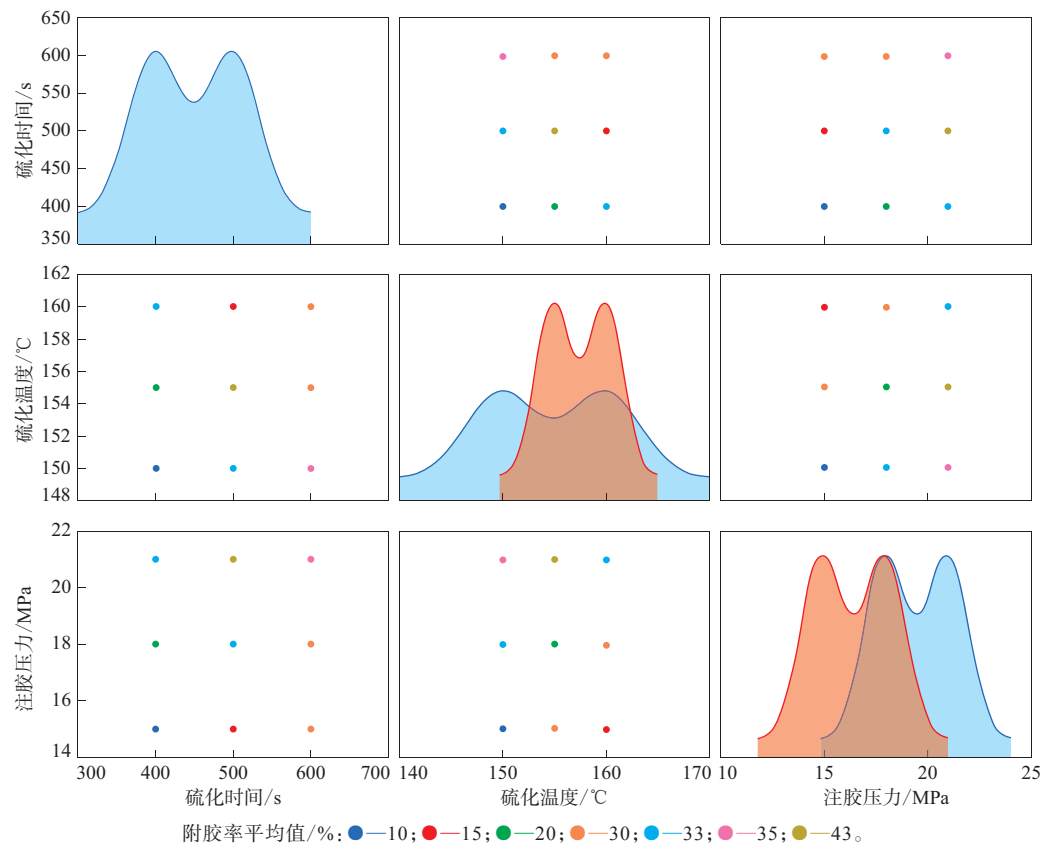


图3 硫化三要素对减震衬套粘接性能的影响
Fig. 3 Effect of three vulcanization elements on bonding properties of shock absorber bushings



图4 采用不同硫化工艺的减震衬套破坏后图片
Fig. 4 Pictures of damaged shock absorber bushings with different vulcanization processes

由表2及图3和4可见:大注胶压力和适当的硫化温度对粘接性能有利,但减震衬套的粘接性能仍然不能满足产品的技术要求;可以确定的是在注胶压力为21 MPa、硫化温度为155 ℃、硫化时间为500 s时,减震衬套骨架的附胶率最高。

2.3 胶料配方对减震衬套粘接性能的影响

通过调整硫化工艺不能解决减震衬套产品粘接性能差的问题,因此需要对胶料配方进行优化^[15]。胶料配方对减震衬套骨架附胶率的影响如表3所示(采用工艺5)。

表3 胶料配方对减震衬套骨架附胶率的影响
Tab. 3 Effect of compound formulas on adhesion rates of shock absorber bushing frames %

配方编号	附胶率/%			
	样品1	样品2	样品3	平均值
1 [#]	40	50	50	47
2 [#]	40	50	50	47
3 [#]	60	70	60	63

从表3可以看出,采用含胶率低的3[#]配方胶料,减震衬套骨架的附胶率明显增大。

采用不同配方胶料的减震衬套破坏后的图片见图5。可以看出,在同等硫化条件下,通过降低



图5 采用不同配方胶料的减震衬套破坏后图片
Fig. 5 Pictures of damaged shock absorption bushings with different formula compounds

胶料含胶率可以不同程度地改善减震衬套破坏后的表面。

胶料配方对减震衬套刚度性能和耐疲劳性能的影响如表4所示。

表4 胶料配方对减震衬套刚度性能和耐疲劳性能的影响
Tab. 4 Effect of compound formulas on stiffnesses and fatigue resistances of shock absorber bushings

项 目	配方编号		
	1 [#]	2 [#]	3 [#]
静刚度/(N·mm ⁻¹)	3 353	2 814	2 999
动刚度/(N·mm ⁻¹)	5 764	5 664	6 209
动静刚度比	1.72	2.01	2.07
25万次疲劳后			
刚度损失/%	17.5	18.6	19.8
位移损失/%	18.6	21.0	21.4

从表4可以看出,2[#]和3[#]配方胶料的减震衬套疲劳后的位移损失大于20%,不满足产品需求。因此本研究采用1[#]配方胶料。

2.4 粘合剂对减震衬套粘接性能的影响

在先确定最佳硫化工艺、再确定优化胶料配方后,减震衬套的粘合性能还会随粘合剂的变化而变化。通常在减震衬套开发过程中会先锁定胶料配方和硫化工艺,然后选用合适的粘合剂与橡胶匹配。本研究采用1[#]配方胶料、硫化工艺5,粘合剂组合对减震衬套骨架附胶率的影响如表5

表5 粘合剂组合对减震衬套骨架附胶率的影响
Tab. 5 Effect of adhesive combination on adhesion rates of shock absorber bushing frames %

粘合剂组合	附胶率/%			
	1	2	3	平均值
TH-P6+THIXON-520	10	10	10	10
TH-P6+TH-OSN-2	100	100	100	100
CH205+CH6411	40	40	50	43
CH205+CH6108	30	40	40	37
CH205+CH233X	30	30	40	33

由表5可见,采用TH-P6+TH-OSN-2粘合剂组合,减震衬套破坏后骨架的附胶率达100%,因此本研究粘合剂组合最终选用TH-P6+TH-OSN-2。

3 结论

在底涂粘合剂为TH-P6、面涂粘合剂为TH-OSN-2、采用1[#]配方胶料、注胶压力为21 MPa、硫化温度为155 ℃、硫化时间为500 s条件下,制得的减震衬套具有良好的粘接性能。

参考文献:

[1] 孙彬. 胎圈钢丝涂层及橡胶配方对胎圈钢丝与橡胶黏合性能的影响[D]. 青岛:青岛科技大学,2016.

- [2] 刘晓庆,赵贵哲,刘亚青,等. 酚醛树脂/氯丁橡胶粘合剂的制备及其对45#钢与天然橡胶粘接性能的影响[J]. 橡胶工业,2021,68(4): 269–275.
LIU X Q,ZHAO G Z,LIU Y Q,et al. Preparation of phenolic resin/CR adhesive and its effect on bonding properties to 45# steel and NR[J]. China Rubber Industry,2021,68(4):269–275.
- [3] 王元霞. 轮胎胎面胶抗湿滑性能及其机理的研究[D]. 北京:北京化工大学,2011.
- [4] 刘锦春,姜尚奇,陈忠海,等. 橡胶与金属粘接性能的影响因素[J]. 粘接,2003,24(5):10–12.
LIU J C,JIANG S Q,CHEN Z H,et al. Factors of influencing bonding properties of rubber and metal[J]. Adhesion,2003,24(5):10–12.
- [5] 王海,李东升,王璞. 异氰酸酯对橡胶与金属粘接性能的影响研究[J]. 冶金与材料,2020,40(2):41,43.
WANG H,LI D S,WANG P. Study on effect of isocyanate on adhesion between rubber and metal[J]. Metallurgy and Materials,2020,40(2):41,43.
- [6] 马兴法. 金属与橡胶的硫化粘接及其性能研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2001.
- [7] 袁宏达. 金属层与橡胶层粘接用耐高温粘合剂使用工艺研究及分析[J]. 科技展望,2015(7):159.
YUAN H D. Research and analysis on application process of high temperature resistant adhesive for bonding metal layer and rubber layer[J]. Science and Technology,2015(7):159.
- [8] 高守超,张康助,郭平军. 橡胶与金属的硫化粘接[J]. 化学与粘合,2003,30(4):176–178.
GAO S C,ZHANG K Z,GUO P J. Rubber-metal bonding by vulcanization[J]. Chemistry and Adhesion,2003,30(4):176–178.
- [9] 孟宪印,张会莲,胡娅婷. 氟橡胶配方硬度、硫化体系及焦烧特性对其与金属粘接性能的影响[J]. 世界橡胶工业,2014,41(8):1–3.
MENG X Y,ZHANG H L,HU Y T. Effect of hardness, curing system and scorch characteristics of fluororubber on the fluororubber to tee iron bonding[J]. World Rubber Industry,2014,41(8):1–3.
- [10] 何方科,胡余优,李剑,等. 汽车衬套用不同硫化体系天然橡胶胶料的粘接性能[J]. 橡胶工业,2021,68(10):760–763.
HE F K,HU Y Y,LI J,et al. Adhesive properties of NR compounds with different vulcanization systems for automobile bushing[J]. China Rubber Industry,2021,68(10):760–763.
- [11] 唐贤玉. 三管结构的橡胶衬套总成[P]. 中国:CN 207485863U,2018–06–12.
- [12] 梁煜,霍春亮,周贵祥. 橡胶与金属热硫化粘接工艺的探讨[J]. 大科技,2022(19):121–123.
LIANG Y,HUO C L,ZHOU G X. Discussion on bonding process of rubber and metal by hot vulcanization[J]. Super Science,2022(19):121–123.
- [13] 刘金萍,高奇星. 橡胶硫化及钢丝绳芯胶带胶接的基本知识[J]. 煤炭技术,2007,26(9):124–126.
LIU J P,GAO Q X. Vulcanization and steel wire core adhesive tape glued joint elementary knowledge[J]. Coal Technology,2007,26(9):124–126.
- [14] 李光辉. 钢丝绳芯带式输送机硫化工艺研究[J]. 现代矿业,2015,31(3):194–197.
LI G H. Study on vulcanization process of steel wire rope core belt conveyor[J]. Modern Mining,2015,31(3):194–197.
- [15] 黄蓉蓉,颜录科,李力,等. 丁腈橡胶与金属粘接的研究进展[J]. 粘接,2015,36(9):87–91.
HUANG R R,YAN L K,LI L,et al. Advance in bonding metal to nitrile rubber[J]. Adhesion,2015,36(9):87–91.

收稿日期:2022-08-16

Improvement on Bonding Property of Three Frame Shock Absorption Bushing

HE Fangke, HU Yuyou, DING Binxuan, LI Jian

(Jianxin Zhao's Group Corp., Ninghai 315600, China)

Abstract: The bonding property of three frame shock absorbing bushing was improved from three aspects: adhesive type, vulcanization process and compound formula design. The results showed that when primer adhesive TH-P6 and surface coating adhesive TH-OSN-2 were chosen, the carbon black N330 compound formula was used, and the optimum vulcanization process was determined as follows: the injection pressure was 21 MPa, the vulcanization temperature was 155 °C, and the vulcanization time was 500 s, the three frame shock absorbing bushing had good bonding property.

Key words: three frame; shock absorbing bushing; bonding property; adhesive; vulcanization process; compound formula