

Development of Hot-melt Damping Pad for Automotive Body Floor

Bei Xu

Hangzhou Zhejiang Organosilicon Chemical Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 311200, China

Abstract

This paper focuses on the development of a hot-melt damping adhesive pad for vehicle body floors. The damping pad is mainly composed of thermoplastic compounds, tackifiers, fillers, softeners, and other components, and is prepared via internal mixing, extrusion, and other processes. Through the use of specific components at optimized ratios, the product achieves favorable synergistic effects. It exhibits excellent flexibility, with no brittle fracture during storage at either high or low temperatures. It demonstrates good high-temperature baking resistance, without sagging or displacement after baking, as well as strong high-temperature adhesion, ensuring full conformity to the shape of automotive body sheet metal. During application, no bubbling, delamination, slipping, shrinkage, or displacement occurs. Additionally, the product features good storage stability, a long service life, low weight, excellent vibration absorption and noise reduction performance, and high flame retardancy. It is suitable for use on automotive body floors.

Keywords

Hot-melt damping; Vehicle floor; Damping and noise reduction; High temperature

用于汽车车身地板的热熔阻尼垫的研制

徐贝

杭州之江有机硅化工有限公司, 中国·浙江 杭州 311200

摘要

本论文主要是一种用于车身地板的热熔阻尼胶垫的研制。该阻尼垫主要由热塑性化合物、增粘剂、填充剂、软化剂等组成, 再经密炼挤出等工艺制备而成。该产品采用特定含量的特定组分, 实现整体较好的相互作用, 具有良好的柔韧性、高低温状态下存储不会脆断, 良好的耐高温烘烤性、高温烘烤后无流挂位移, 高温粘接性、粘接完全贴合车身钣金形状, 使用过程中无鼓泡脱落滑移收缩现象, 并且产品储存稳定性好、保质期长、质轻、减震降噪效果好、阻燃效果佳, 适用于汽车车身地板。

关键词

热熔阻尼, 车身地板, 减震降噪, 高温

1 引言

阻尼片是粘弹性材料, 贴在汽车钣金上后, 钣金振动会带动阻尼材料发生拉伸/剪切形变, 材料内部分子链相互摩擦, 将振动机械能不可逆地转为热能散发, 从而抑制共振、衰减振动与结构噪声。

目前, 汽车内室减震降噪的产品主要有沥青阻尼板、丁基自粘阻尼片和水性喷涂型阻尼。沥青阻尼板虽然价格便宜但其主要以沥青、石棉为主, 具有韧性差、易碎等使用缺陷, 而且其气味、VOC 均超标会危害乘车人员的健康。丁基自粘阻尼片虽然环保无毒但其服帖性差, 制作时需要覆盖层和防粘层且边角料不易回收制造成本高。水性喷涂型阻

尼, 克服了沥青阻尼板和丁基自粘阻尼片的缺陷, 但该技术也有许多缺点, 比如由于汽车内部的底盘上有许多装配孔所以要做到精准喷涂; 喷涂的产品也很难达到设计上对阻尼材料的尺寸要求; 而且自动化喷涂设备需要较高的资金投入。

本文主要研究的内容为一种既环保又有良好的耐高温粘接性、良好的车身地板服帖性、环保、制作和使用简单易操作的阻尼片, 满足用户的特定使用需要。

2 实验

2.1 主要原料

乙烯醋酸乙烯酯: LG 化学、三井化学; POE 塑料: LG 化学; 环氧树脂: 南通星辰; 云母粉、碳酸钙: 浙江布石新材料; 偶联剂: 杭州杰西卡化工; 偶氮二甲酰胺: 江苏索普; 硬脂酸锌: 常州乐邦复合材料; 石墨: 青岛天和达石墨。

2.2 主要设备

加压式橡胶(塑料)捏炼机: 大连第二橡塑机械有限

【作者简介】徐贝(1989—), 女, 中国河南周口人, 硕士, 中级职称, 从事汽车用高分子材料研究。

公司 X(S)N-3/25/100; 微机控制试验机: 上海松顿仪器制造有限公司 WDW-20; 电热恒温鼓风干燥箱: 上海一恒 DHG-9145A; 密度天平: 德卡 DK-120MD; 悬臂梁法阻尼测试多功能台架: 国检测试 3930K-350; 高低温交变湿热试验箱: 无锡环威科技有限公司 HW-GDJS-250C。

2.3 样品配方表

见表 1。

2.4 产品的制备工艺

将 EVA、POE、环氧树脂 0194、云母粉、碳酸钙、石墨按照比例, 投入密炼机中密炼, 密炼温度控制在 120℃~140℃, 密炼时间 30±5min; 第一步密炼完成后投入 KH560 和环氧树脂 0164, 密炼温度控制在 ≤140℃, 密炼时间 20±5min; 第二步密炼完成后待温度降至 110℃后, 投入硬脂酸锌、偶氮二甲酰胺, 密炼时间 10±5min 后出料。

密炼完成的料需尽快投入挤出机, 挤出机摸头温度设定为 90±5℃, 温度低于 70℃时胶料较硬挤出机无法顺利挤出。挤出完成后按客户要求尺寸形状裁切, 裁切后包装即可。

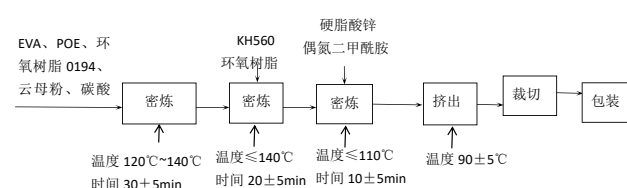
2.5 性能测试及其表征

从以上测试数据看, Snugdamp203 热熔阻尼胶垫完全

满足客户使用要求。

表 1

物料	规格型号	添加量
EVA	28025	18-25
	220	2-5
POE	675	5-12
环氧树脂	0194	2~5
	0164	4~10
云母粉	600 目	10~15
片状轻质碳酸钙	400 目	38~49
偶联剂	KH560	1~3
硬脂酸锌	325 目	0.5
偶氮二甲酰胺	SA8000	1~3
石墨	鳞片石墨	2~4



测试项目	测试方法	限值要求	Snugdamp203 结果	
外观	1、初始样品: 表面光滑, 无颗粒、褶皱、起泡、分层、断裂等缺陷; 2、标准烘烤后: 与钣金粘接良好, 表面光滑, 无颗粒、褶皱、起泡、分层、断裂等缺陷	1、初始样品: 表面光滑, 无颗粒、褶皱、起泡、分层、断裂等缺陷; 2、标准烘烤后: 与钣金粘接良好, 表面光滑, 无颗粒、褶皱、起泡、分层、断裂等缺陷	初始	表面光滑, 无颗粒、褶皱、起泡、分层、断裂等缺陷
			烘烤后	试验后: 与钣金粘接良好, 表面光滑, 无颗粒、褶皱、起泡、分层、断裂等缺陷
密度	GB/T 533	≤1.6g/cm ³	1.52g/cm ³ 、1.51g/cm ³ 、1.52g/cm ³	
不挥发物	GB/T 2793	≥99%	99.9%、99.9%、100%	
抗收缩性	将挤出的成品裁剪成 100×100×2mm 的尺寸, 平铺在电泳板上, 将 3 个样品分别单独经过欠烘烤 (140° C×20min)、标准烘烤 (160° C×20min)、过烘烤 (200° C×30min) 处理, 然后在标准状态下放置 4 小时, 用卡尺测量产品的长度和宽度, 对比烘烤前后的变化	≤2%	标准烘烤	试验后无收缩
			过烘烤	试验后无收缩
			欠烘烤	试验后无收缩
硬度	GB/T 531	50-90HA	75HA、72HA、76HA	
柔韧性	将 50×250mm 的样品粘贴在 100×250mm 的电泳板上, 经过标准烘烤静置后, 放置在 -40° C 条件下 4 小时。在 -40° C 的条件下将样品绕直径 50mm 的芯轴旋转	绕芯轴旋转不断裂	试验后不断裂	
燃烧特性	GB/T 8410	≤80mm/min		
剪切强度 - 标准	制取 100×25×0.8mm 的电泳板, 按照 GB/T 2791 的试样制作方法; 将样品经 170°C *20min 烘烤后, 在标准条件下放置 4h, 测试速度 50mm/min	≥0.5MPa	2.877MPa、2.733MPa、2.498MPa	
剪切强度 - 耐烘烤性	制取 100×25×0.8mm 的电泳板, 按照 GB/T 2791 的试样制作方法; 将样品经 200°C *30min 烘烤后, 在标准条件下放置 4h, 测试速度 50mm/min	≥0.5MPa	0.750MPa、0.747MPa、0.729MPa	
剪切强度 - 耐热老化	将样条在 80° C 条件放置 480h 后在标准条件下放置 4h, 按照 GB/T 7124 的方法进行试验, 速度 50mm/min	≥0.5MPa	3.592MPa、3.677MPa、3.495MPa	
剪切强度 - 耐低温性	将样条在 -40° C 条件放置 24h, 随即在该温度下按照 GB/T 7124 的方法进行试验, 速度 50mm/min	≥0.5MPa	2.575MPa、2.678MPa、2.265MPa	

续表

测试项目	测试方法	限值要求	Snugdamp203 结果	
剪切强度 - 耐湿热性	将样条在 40° C × 95%RH 条件放置 480h, 取出后擦干, 标准条件放置 4h, 按照 GB/T 7124 的方法进行试验, 速度 50mm/min	≥0.5MPa	1.075MPa、1.151MPa、1.396MPa	
剪切强度 - 耐冷热交变	将样条按照标准烘烤 (160° C × 20min) 的固化条件处理后, 80° C × 3h → 23° C × 1h → -30° C × 3h → 23° C × 1h → 50° C × RH95% × 15h → 23° C × 1h, 循环 10 次, 标准条件放置 4h, 按照 GB/T 7124 的方法进行试验, 速度 50mm/min	≥0.5MPa	1.554MPa、1.493MPa、1.671MPa	
剪切强度 - 耐腐蚀性	将样条在盐雾试验箱中按照 GB 1771 中性盐雾条件处理 480h, 取出后擦干, 标准条件放置 4h, 按照 GB/T 7124 的方法进行试验, 速度 50mm/min	≥0.5MPa	0.597MPa、0.808MPa、0.680MPa	
损耗因数	按 GB/T16406 悬臂梁法测量二阶损耗因数, 试样制备参照 GB/T16406 中的试样尺寸 180 × 10 × 2mm, 钢板尺寸为 240 × 12 × 1mm, 试样尺寸在实验室温度下测量, 不考虑热胀冷缩的影响。将试样在钢板上平贴压实, 在标准条件下静置 4h。然后在相应的试验温度下每保温 10min 之后测出试样的速度弯曲共振曲线, 根据弯曲共振频率和共振峰宽度, 计算出试样的损耗因数	-20°C: ≥0.10; 0° C: ≥0.15; 20° C: ≥0.20; 40° C: ≥0.15; 60° C: ≥0.10	-20°C	0.13
			0° C	0.15
			20° C	0.40
			40° C	0.35
			60° C	0.175
防粘连性	将尺寸为 300 × 100 × 2mm 的样品叠加 20 层, 放置在 40° C 条件下 168 小时, 取出试样在标准环境中静置 4 小时, 检查样品之间是否有粘连	不粘连	试验后不粘连	
耐腐蚀性	将样品放置在盐雾试验箱中按照 GB/T10125 中性盐雾条件处理 480h。然后除去电泳板表面胶层, 检查胶层边线下方的底板是否有腐蚀	底板无可见腐蚀	试验后底板无可见腐蚀	
储存稳定性	将样品放置在标准状态下 6 个月或 40° C ± 2° C, 336h。检查阻尼贴片的外观、样品硬度	1、外观: 片状, 无褶皱, 分层, 断裂缺陷; 2、硬度: 50-80HA	外观	试验后片状, 无褶皱, 分层, 断裂缺陷
			硬度	75HA、73HA、76HA、

3 结果与讨论:

3.1 EVA 和 POE 的融指

材料类别	VA 含量	融指		
EVA28025	27.8%	23.8	23.5	23.9
EVA220	28%	150.3	150.5	150.8
POE675	/	14.5	14.6	14.5

本文中所用 EVA 优选 EVA 树脂, EVA 树脂的 VA 含量一般为 5%-40%, 本文所选 VA 含量为 28% 左右。28% 左右 VA 含量的 EVA 具有出色的柔韧性、良好的耐老化和耐候性、良好的粘接性能, 可使产品具有较好的柔韧性、温域较宽的储存稳定性、与其它成分组合后与电泳板具有良好的粘接性。且本文中所选 EVA 和 POE 的熔指差异较大, 不同融指状态的材料复配使用可保证产品在良好柔韧性的同时, 烘烤热熔粘接后不会出现收缩流挂等现象。

3.2 填料选择

片状颗粒由于是片层堆叠、能形成交错“壁垒”, 声波要绕路、反射、折射多次, 衰减更快; 振动传来时, 层与层之间会摩擦、滑移、错位, 从而把声能 / 振动能变成热能消耗掉。所以本文所选填料均为片状结构。

片状石墨和 EVA、POE 弹性体的配合使用实现了弹性(缓冲)、高内耗(阻尼)和声波散射的联合作用, 可是产品具有较强的减震降噪效果。

4 应用测试:

4.1 关于柔韧性、储存稳定性和抗收缩性能的测试

经过标准烘烤 140°C *20min 静置后, 放置在 -40° C 条件下 4 小时, 在 -40° C 的条件下将样品绕直径 50mm 的芯轴旋转, 样件未出现开裂脆断现象。

300 × 100 × 2mm 的样品叠加 20 层, 放置在 40° C 条件下 168 小时, 取出试样在标准环境中静置 4 小时, 样品之间未见有粘连

100 × 100 × 2mm 尺寸的样品平铺在电泳板上, 将 3 个样品分别单独经过欠烘烤 (140° C × 20min)、标准烘烤 (160° C × 20min)、过烘烤 (200° C × 30min) 处理, 然后在标准状态下放置 4 小时, 用卡尺测量产品的长度和宽度, 对比烘烤前后尺寸未见明显变化

实验证明, 产品在 40°C 和 -40° C 储存后, 均有良好的柔韧性且无黏连现象, 在低温使用环境下不会脆断高温使用环境下不会黏连, 所以产品无需防粘层隔离, 方便装配人员使用。且产品经 140°C -200° C 烘烤后均为出现收缩流挂现象, 产品具有较好的尺寸稳定性。

4.2 关于损耗因子的应用测试

实验证明, 产品具有较好的减震降噪效果, 完全满足客户要求。



图 1



图 2



图 3

样品编号	评判要求	阻尼损耗因子 (°C)	测试结果			结论
			02-003-001	02-003-002	02-003-003	
B5685587C4	-20°C: ≥0.10;	-20	0.238	0.183	0.19	符合
	0°C: ≥0.15;	0	0.151	0.15	0.15	
	20°C: ≥0.20;	20	0.201	0.212	0.213	
	40°C: ≥0.15;	40	0.162	0.15	0.164	
	60°C: ≥0.10	60	0.162	0.152	0.15	

图四

5 结语

本文研究的热熔阻尼垫 Snugdamp203, 通过热塑性弹性体、填料、增粘剂和软化剂等特定组分的特定含量的配合使用, 实现整体较好的相互作用, 产品既环保又有良好的柔韧性、储存稳定性、耐高温粘接性、良好的车身地板服帖性且制作和使用简单易操作, 满足用户的特定使用需要。

参考文献

[1] 张凯、陈光章、王春艳等. 汽车用热熔阻尼材料阻尼性能的研究[J]. 《弹性体》, 2015, 25(3): 62-66.

[2] 李刚、赵秀英、吴丝婷等. 汽车用环保型EVA热熔阻尼胶片的制备与性能[J]. 《中国橡胶》, 2019, 35(6): 41-45.

[3] 李双良、王洪涛、张勇等. 片状填料对热熔型阻尼材料性能的

影响[J]. 《汽车工艺与材料》, 2017(7): 35-39.

[4] 王再学、杨陈、徐云慧等. 一种汽车用环保阻燃热熔型阻尼胶片及其制备方法:CN,CN111423655B[P].

[5] 柯勇. 环保型热熔性阻尼垫的研究及应用[D]. 武汉: 湖北工业大学, 2017.

[6] 黄磊, 丁攀, 王蕾. 汽车用热熔阻尼材料阻尼性能的研究[J]. 汽车工艺与材料, 2011(9): 61-64.

[7] 科建高分子材料(上海)股份有限公司. 一种用于汽车雷达热熔型阻尼片的对位加热压合系统及方法[P]. 中国: CN121403723A, 2026-01-27.

[8] 杭州之江有机硅化工有限公司, 杭州之江新材料有限公司. 一种用于车身地板的热熔阻尼胶垫及其制备方法[P]. 中国: CN115991906B, 2024-09-10.