

文章编号: 1006-9941(2000)02-0080-03

燃气发生器衬层残渣研究

邹德荣, 田祖顺

(上海新风化工研究所, 浙江 湖州 313000)

摘要: 通过减少硫化剂 TMTD, 调整硫化时间, 控制和防止后硫化, 解决了燃气发生器的以丁腈橡胶为基的衬层残渣稳定性问题。经高温加速老化试验和燃气发生器试车验证, 100 g 衬层中 TMTD 含量取 0.4, 0.5 g, 硫化 4 h, 可确保燃气发生器正常工作。

关键词: 燃气发生器; 衬层残渣; TMTD; 后硫化

中图分类号: V435+.14

文献标识码: A

1 引言

燃气发生器的衬层是一种高分子结构材料, 粘附于燃气发生剂药柱的表面, 起限燃、缓冲及隔热防护作用^[1,2]。试验表明, 在燃气发生剂火焰和燃气作用下, 衬层极易发生熔融、分解、碳化等, 形成颗粒或大块残渣, 轻则暂时堵塞喷嘴, 燃烧室压强升高后又将残渣挤压喷出, 致使燃烧室因突然减压而发出啪啪声并伴有浓黑烟; 重则因残渣堵塞喷嘴, 使燃烧室压强剧增, 导致燃气发生器爆炸。尤其在使用高清洁度的 HT-PB/AN 燃气发生剂后, 衬层的残渣问题更为严重^[1]。在研制中发现, 调整衬层配方组分, 可以消除啪啪声和浓黑烟, 使燃气发生器正常工作^[3]。然而, 带衬层的药柱经贮存一段时间后再进行燃气发生器试车, 却易出现异常。因此, 为了使贮后的带衬层的药柱能确保燃气发生器正常工作, 必须彻底解决衬层的残渣问题。由于衬层材料在贮存过程中存在后硫化反应, 从而影响衬层的分子结构^[4], 所以本研究从调整衬层配方硫化剂含量和硫化时间出发, 控制和防止后硫化, 最终解决衬层的残渣稳定性问题。

2 试验和结果

2.1 基本配方

衬层的基本配方: 丁腈橡胶 100 g, 增塑剂 20 g, SiO₂ 80 g, 硫化剂 TMTD 0.4 ~ 3 g, 工艺助剂 0.3 g。

2.2 TMTD 含量与硫化时间

调整衬层配方中的 TMTD 含量(分别为 3, 2, 1.5, 0.5, 0.4 g), 将材料进行炼制, 制成 2 mm 厚的试件, 在 150 °C 和 0.4 MPa 条件下, 进行不同时间的硫化。硫化后衬层的力学性能(加载横杆速度 100 mm · min⁻¹, 20 °C)测试结果见表 1。

试验结果表明, 当 TMTD 量大时(3, 2, 1.5 g), 随着硫化时间的增加, 拉伸强度增加, 伸长率下降, 说明衬层状态极不稳定。当 TMTD 适量时(0.5, 0.4 g), 硫化 4 h 后, 衬层性能已趋稳定。这是因为 TMTD 充分反应, 衬层的 TMTD 的残余量达到了最低限度, 从而可防止后硫化。因此选择硫化剂 0.4, 0.5 g, 硫化时间为 4 h 的衬层, 然后再作下一步考核研究。

2.3 加速老化试验

将选出的配方进行高温加速老化试验, 温度为 60 °C, 贮存 6 个月, 研究衬层拉伸强度变化状况。试验结果见图 1。

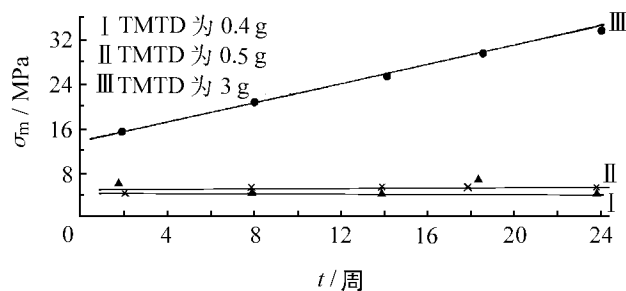


图 1 衬层高温加速老化试验结果(60 °C)

Fig. 1 Results of high temperature aging test of gas generator liner

收稿日期: 1999-10-08; 修回日期: 1999-12-08

作者简介: 邹德荣(1969-), 男, 工程师, 研究固体发动机绝热层衬层材料, 发表论文 5 篇。

表1 TMTD含量及硫化时间对衬层力学性能的影响

Table 1 Influence of TMTD content and curing time on the liner's mechanical property

硫化时间/h										TMTD /g
1		2		4		6		8		
σ_m /MPa	ε_m /%	σ_m /MPa	ε_m /%	σ_m /MPa	ε_m /%	σ_m /MPa	ε_m /%	σ_m /MPa	ε_m /%	
5.6	670	8.9	600	13.5	495	18.6	360	29.2	190	3
5.0	650	8.0	620	13.8	538	15.6	430	25.0	270	2
4.8	640	5.6	600	12.8	535	15.0	500	23.0	350	1.5
3.0	620	3.5	613	5.0	580	5.6	578	5.2	560	0.5
3.1	620	3.4	628	6.7	485	5.9	458	5.7	450	0.5
3.0	750	3.4	723	4.9	513	4.9	500	4.6	523	0.4
3.1	775	3.4	758	4.7	545	4.8	513	5.1	528	0.4
2.7	785	2.8	745	4.5	503	4.7	533	5.4	488	0.4

注: σ_m 为最大抗拉强度, ε_m 为最大抗拉强度下的伸长率。

由图1可看出,经长期高温加速老化后,TMTD含量为0.4,0.5 g,硫化4 h的衬层,其拉伸强度没有发生明显变化,说明后硫化受到了控制。

2.4 燃气发生器装药试车

将衬层粘贴于HTPB/AN燃气发生剂药柱表面,进行常温试车,结果见表2。

表2 燃气发生器装药衬层试车结果

Table 2 The results of gas generator trial

衬层	TMTD /g	σ_m /MPa	ε_m /%	响声	黑烟	残渣状态
1	0.5	5.0	580	不明显	无	
2 ¹⁾	0.5	5.4	560	不明显	无	
3	0.4	4.9	513	不明显	无	残渣疏松
4 ¹⁾	0.4	5.1	520	不明显	无	呈微粉状
5 ¹⁾	0.4	5.2	510	不明显	无	
6	3	5.6	670	不明显	无	
7 ²⁾	3	12.0	400	剧烈	浓	粗硬、大块

注: 1) 已高温加速老化6个月; 2) 常温贮存6个月。

试验结果表明,TMTD为0.4,0.5 g,硫化4 h的衬层,无论是新制的,还是经加速老化的,力学性能都是稳定的,其残渣均不影响燃气发生器的正常工作; TMTD为3 g时,对新制的衬层,其残渣不影响燃气发生器的正常工作,但经常温贮存6个月后,衬层拉伸强度明显增加,伸长率显著下降,其残渣影响燃气发生器的正常工作。所以,配方中TMTD的含量是影响衬层残渣的主要因素。这是因为TMTD用量过多,硫化后衬层中的TMTD残余量较多,在贮存过程中必然不断发生后硫化,即随着时间的推移,高聚物分子进一步交

联,密度增大,衬层材料的拉伸强度不断增加,伸长率逐步下降,网状结构复杂化,致密化,从而降低了热传递,阻碍了衬层在高温火焰和燃气烧蚀下的热降解进程,使其不能充分熔融、分解和燃烧,从而形成较硬、较大的残渣。TMTD为0.4,0.5 g,硫化4 h时,硫化反应充分进行,且最大限度地减少了TMTD的残余量,从而防止了后硫化的进行,使衬层结构状态保持稳定,不影响衬层热降解进程^[4-6]。

3 结论

衬层配方中硫化剂TMTD为0.4,0.5 g,硫化4 h,可以防止衬层的后硫化,衬层残渣稳定,可确保燃气发生器工作正常。

参考文献:

- [1] 李君励. 硝酸铵推进剂关键技术研究[J]. 上海航天, 1996(5): 25-27.
- [2] 侯林法. 固体推进剂[M]. 北京: 宇航出版社, 1998.
- [3] 邹德荣. 燃气发生器衬层研制[R]. GF报告 HT-19980546, 上海, 1998.
- [4] 山西省化工研究所. 塑料橡胶加工助剂[M]. 北京: 化学工业出版社, 1985.
- [5] 潘祖仁. 高分子化学[M]. 北京: 化学工业出版社, 1980.
- [6] Schnabel W. Polymer Degradation Principles and Practical Applications[M]. New York: Macmillan Publishing Co. Inc., 1981.

A Study on Residue of Liner for Gas Generator

ZOU De-rong, TIAN Zu-shun

(Shanghai Xinfeng INST of Chemical Engineering, Huzhou 313000, China)

Abstract: To guarantee the normal running of gas generators, it is important to control the burning residue produced from the generator liner. By properly reducing the content of curing agent, TMTD, adjusting the curing time and avoiding post-curing, the best TMTD content of 0.4 ~ 0.5 g in 100 g butadiene-acrylonitrile rubber based liner and 4 h of curing time is determined. The experimental results show that after high temperature aging test of the liner, the gas generator can normally work.

Key words: gas generator; liner residue; TMTD; post-curing

征 稿 启 事

本刊已向国内外公开发行人。为把刊物办得更好,欢迎广大科技人员踊跃投稿。

1 征稿内容:

- * 炸药的合成与应用;装药、成型、加工及探伤技术;
- * 推进剂、火工药剂、枪炮药技术、烟火剂和烟火技术;
- * 含能材料用聚合物、增塑剂及其相关物的合成与应用;
- * 复合含能材料的配方研制及相关科学技术;
- * 含能材料的理化分析和检测;安定性、相容性以及储存寿命研究;
- * 含能材料的安全性能及对外界刺激响应;
- * 炸药的爆轰性能和爆轰过程的研究;
- * 含能材料的环境适应性和力学性能;
- * 含能材料的热化学和反应动力学;
- * 与含能材料有关的安全防护和环境保护技术;爆炸技术及其应用;
- * 与本刊学科、专业相关的科研动态、会议简讯、获奖信息、书评或新书介绍等报道性文章。

2 征稿要求:

- * 论点明确,数据真实可靠。稿件一式两份,均为打印稿,最好能同时提供软盘,格式为*.TXT。每篇文章(包括图表、公式、表格和文献等)以不超过6000字为宜,研究简报最好不要超过3000字。
- * 来稿请一律附上中、英文摘要,研究论文的英文摘要可稍加详细点明主要结果和结论;插图图名和文字标注以及表格的题目请用中、英文对照标注;列出3~8个关键词及其英文译文。
- * 使用法定计量单位,所用的量和单位的符号一律以GB3100~GB3102-93为准;参考文献书写格式遵照GB7714-87《文后参考文献著录规则》执行。

3 来稿凡属省、部级以上自然科学基金资助项目和国家重点攻关项目者,请在首页处加上脚注并注明项目编号,并附上基金项目批准书的复印件。课题曾获奖者请附上获奖证明复印件。为防止稿件涉及本单位秘密,请附单位审查证明。

4 来稿请提供中图分类号(根据《中国图书馆分类法》第四版)。

5 来稿请附作者简介,格式如下:姓名(出生年-),性别(民族),籍贯,职称,学位,研究方向及论文篇数。请勿一稿两投。

6 来稿请寄“四川省绵阳市919信箱301分箱《含能材料》编辑部”,邮政编码621900,电话:(0816)2485399或2485362。