

耐 3000℃ 火焰和气流冲刷 泡沫橡胶圈的研制

牛宝林 高玉旭

(航空一院 703 所 北京 100076)

摘要:本文介绍了耐火焰烧蚀和气流冲刷的泡沫密封圈的研制,包括胶料用原材料的选择、配方的确定和部分实验数据。

关键词:分散剂;耐烧蚀;泡沫橡胶圈

为使设备能避免火焰和燃气燃烧时高温的破坏,需研制耐烧蚀橡胶密封件来封堵火焰和气流侧向通道,保证安全。具体要求是:1. 烧蚀试验条件和烧蚀率:氧-乙炔火焰温度 3000~3200℃;气流直吹试件;持续时间 10s;线烧蚀率 $\leq 0.3\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$ 。2. 胶圈发泡率 60%±5%。3. 成型件结构状态见图 1。

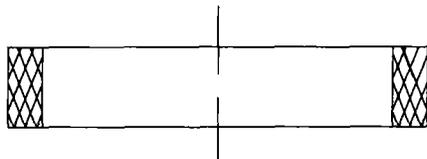


图 1 成型件结构示意图

1 耐烧蚀发泡胶料的研制

众所周知,橡胶属有机物,个别胶种有一定的耐燃或阻燃性能,但在火焰中均可燃烧并分解,加之所要研制的成品件必须具备一定的发泡率,密度小,更加重了耐烧蚀的研制难度。

尽管如此,选用具有一定耐燃性生胶为基础,填充不燃或阻燃的无机物,并采用合理的发泡系统和硫化系统,研制出满足一定耐燃性能的发泡胶料是可能的。

1.1 耐燃生胶的选择

据报道,含卤族元素的有机高分子材料能离火自熄,具有一定的阻燃性。现有胶种中,氟醚橡

胶、氟橡胶、氯丁橡胶、氯醚橡胶能离火自熄,具有明显耐燃性。其中氟醚橡胶价格昂贵,氟橡胶、氯醚橡胶的价格也是氯丁橡胶的数倍,且混炼和发泡成型工艺性能不如氯丁橡胶,故确定氯丁橡胶为基础材料进行配方试验。

1.2 阻燃剂的应用试验

通常在生产阻燃橡胶制品时,首先考虑的是将阻燃剂加入胶料中以求获得满意的效果。本研究也选用两种阻燃剂进行了单用和并用胶料的烧蚀试验,其结果出乎意料的不理想,耐烧蚀性能比不加阻燃剂的胶料坏得多。在 3000℃ 氧-乙炔火焰中和气流的冲刷下,火星四射,灰层崩落,试片很快被烧穿,未加阻燃剂的胶料耐烧蚀性能较好,有的配方满足烧蚀率的要求。这一“反常”的结果,通过多次烧蚀试验和认真观察,认为原因如下:

在通常“静态”烧蚀条件下起作用的阻燃剂,在较高温度(3000℃)和气流冲刷的“动态”烧蚀条件下不起阻燃作用,而起反作用,这是阻燃剂分解造成的。在高温气流的冲刷下,分解放出的气体不能形成保护层,且分解过程使胶料本体疏松,灰层崩落,使得未被烧蚀的胶料不断暴露于火焰之中被层层烧蚀剥落,加速了烧蚀过程。详见表 1 中第 1、2、3 号配方胶料的烧蚀结果。

在本文述及的烧蚀条件下,一些未加阻燃剂的胶料在高温火焰中和气流冲刷下表面形成了密

实的灰拓层,阻断和减缓了火焰深入烧蚀,降低了烧蚀率。如表 1 中第 4 号配方胶料的烧蚀结果。

表 1 四种橡胶配方的烧蚀试验结果

编号	配方/重量份	试验情况	烧蚀率/(mm·s ⁻¹)
1	氯丁橡胶 100;4号填料 30;其它填充剂 25;混合阻燃剂 23;氧化物 9;促进剂 1;软化剂 12;发泡剂 10	在 3000℃氧-乙炔火焰和气流烧蚀条件下,火星飞溅,灰层崩落,表面未形成密实灰层,试件被烧蚀	>0.4
2	氯丁橡胶 100;其它填充剂 70;1号阻燃剂 10;氧化物 13;促进剂 1.2;软化剂 14;发泡剂 10	同上	>0.37
3	氯丁橡胶 100;其它填充剂 70;2号阻燃剂 10;氧化物 13;促进剂 1.2;软化剂 14;发泡剂 10	同上	>0.38
4	氯丁橡胶 100;4号填料 22.5;其它填充剂 67.5;氧化物 13;促进剂 1.2;软化剂 15;发泡剂 9	在 3000℃氧-乙炔火焰和气流烧蚀条件下,无火星飞溅,被烧蚀表面结成密实灰层,试片在 10s 内未烧穿	0.28

由表 1 试验结果可知,欲使胶料满足规定的耐烧蚀要求,胶料被烧蚀表面能否形成密实灰层是关键。为此,除不再应用常规阻燃剂外,更重要的是选用无机填料进行配方调试,通过烧蚀试验确定有利于形成灰层的填料种类,进而与软化剂、发泡剂一起调试配方,以确定各组分的配比。

1.3 填料的种类和配比的确定

众所周知,胶料是以生胶为载体的多种物质的混合物,分为几个体系,在成型工艺过程及成品

性能方面,各体系及各原料均发挥作用,但各原料的品类和用量又相互影响,为了满足耐烧蚀性能和发泡率两大主要目的,填充剂种类和用量的确定,须同软化体系、硫化体系、发泡体系等物质的选择和用量来确定。

本文采用 4 种填料进行配方调试和烧蚀试验,同时对发泡剂和软化剂用量进行调试和确定。配方调试及结果见表 2。

表 2 配方调试及结果

编号	配方/重量份	试验情况	烧蚀率/(mm·s ⁻¹)
1	氯丁橡胶 100;4号填料 40;2号填料 40;氧化物 11;促进剂 1.2;软化剂 15;发泡剂 8	在 3000℃氧-乙炔火焰和气流作用下,无火星飞溅表面,表面灰层密实;发泡率 50%左右,较低;硫化条件:1650+5℃×50min,硫化好	<0.3
2	氯丁橡胶 100;4号填料 40;1号填料 40;氧化物 9;促进剂 1.2;软化剂 15;发泡剂 8	在 3000℃氧-乙炔火焰和气流作用下,无火星飞溅表面,表面灰层密实;发泡率约 58%;硫化条件:1650+5℃×50min,欠硫	<0.3
3	氯丁橡胶 100;2号填料 40;1号填料 40;氧化物 13;促进剂 1.2;软化剂 15;发泡剂 10	在 3000℃氧-乙炔火焰和气流作用下,火星四射,灰层崩落;发泡率约 59%;硫化条件:1650+5℃×50min,硫化好	>0.3
4	氯丁橡胶 100;2号填料 40;3号填料 40;氧化物 13;促进剂 1.2;软化剂 14;发泡剂 10	在 3000℃氧-乙炔火焰和气流作用下,火星四射,灰层崩落,形不成密实灰层;发泡率约 61%;硫化条件:1650+5℃×50min,硫化好	>0.3

由表 2 所列配方胶料烧蚀试验结果可知,在特定的烧蚀条件下,未加常规阻燃剂的胶料其烧蚀结果也有很大差别,凡能够满足耐烧蚀要求的配方中均含有 4 号填料,填充了 4 号填料的胶料在烧蚀过程中表面形成粘稠物质,不分散、不崩落,起到阻燃作用。由此可知,在所试的 4 种填充剂中,唯有 4 号填料对阻燃起关键作用。

1.4 发泡剂种类的选择及用量的确定

胶料配方调试过程中,当无机填料的种类和用量基本满足耐烧蚀要求之后,发泡剂种类和用

量的确定是另一重要方面。

现场供选用的发泡剂有 4 种,即发泡剂 H、AC、OT 和小苏打。发泡剂 H 虽有较大发气量,价格便宜,但分解产物气味很大,不能选用;AC 也有较大发气量,但分解温度高,若想降低分解温度,须加尿素为助发泡剂,有气味,且发泡过程不易控制也不在选试之列;OT 发气量较大,分解时无味无毒,分解温度与硫化温度匹配,发泡过程干扰因素少,可单独使用或并用,故终选 OT 进行配方调试,由表 2 可知,在选择调试填充剂时,一并

进行了发泡剂用量的试验,发泡剂总量可在 8~10 份间调整。

1.5 软化剂的确定

软化剂对发泡剂有一定影响,借鉴以往经验,直接选定 DIOS 为软化剂,配合量最终确定为 14 份。

另外,其它配合剂,如氧化物、促进剂等也同时进行了调试。

2 耐烧蚀泡沫橡胶圈的成型工艺探索

发泡胶料硫化成型过程不同于非发泡胶料,最重要的区别有两点:一是发泡胶料在装填模具时,填充量必须根据发泡率来确定严格的填充量,决不能像非发泡胶料成型时体积过盈的填模方式进行生产操作;二是成型模具设计时,除分模面

外,必须设计出模腔内向外的排气通道并将排气通道合理分布。

经几度修改模具设计和成型工艺探索,最终试制成功了满足要求的耐烧蚀泡沫密封胶圈。

3 结论

1. 研制成功了特定燃烧条件下耐烧蚀发泡胶料。

2. 完成了模具设计和成型工艺探索试验,确定了合理的填胶量及成型工艺条件,研制了满足要求的耐烧蚀泡沫橡胶圈。

3. 研制过程证明,不同烧蚀条件下的耐燃胶料配方是不同的,在高温动态烧蚀条件下一些常规阻燃剂起反作用,为今后研制不同烧蚀条件下应用的胶料开拓了思路,同时也留下了探讨空间。

中国化工学会橡胶专业委员会举办第十五期 《橡胶工艺专业进修班》招生通知

坚持举办《橡胶工艺专业进修班》,提高行业技术人员的业务水平,是专业委员会为行业服务的一项重要任务,受到行业的普遍欢迎。现将第十五期进修班有关事项通知如下:

一、宗旨及水平:本“专修班”以育人成材为宗旨,以橡胶专业大专课本为教材,聘请北京化工大学、北京橡胶工业研究设计院等单位的专业人员为教师。培养目标是使学员掌握所从事的技术和管理工作的知识,提高理论水平和工作能力,解决生产上的技术问题。学习期满,可达到橡胶工程课大专水平,经考试和考察成绩合格者,发给中国化工学会橡胶专业委员会结业证书,学员结业后由所在单位量才使用。

二、招生范围及对象

1. 从事橡胶行业工作的非橡胶专业大、中专毕业的技术骨干及管理人员。

2. 高中以上文化程度,具有一定实践经验,但缺少系统专业理论学习的科技人员。

3. 从事或即将担任企业领导工作的科技及管理人员。

三、师资及课程:见附件一。

四、学习时间:自 2004 年 7 月 11 日至 8 月 20 日,7 月 11 日报到。

五、学习地点:北京橡胶工业研究设计院。

六、食宿安排:食宿由北京橡胶工业研究设计院招待所安排,食宿费自理。

七、学费:每名学员收学费 1480 元(包括资料费)。

八、报名手续:各单位选送参加学习的学员,按要求填写报名表及 1 寸免冠照片两张,用挂号信寄至中国化工学会橡胶专业委员会秘书处。同时,通过邮局汇报名费 100 元/人(即学费预付款),以便保留学习名额。报名截止日期 2004 年 6 月 30 日。

汇款单及挂号信请按如下要求填写清楚:

详细地址:北京阜石路甲 19 号(100033) 北京橡胶工业研究设计院内 橡胶专业委员会秘书处

联系人:贺海留,曹振纲,刘欣然

电话:010-51338014、51338337 或 13301269167

传真:010-68187128

九、录取方法:原则上按报名先后录取,额满为止。但属团体会员单位优先录取。学员录取通知、注册、入学时间等有关事项另行通知。

十、该班每年暑期举办一期,欢迎垂询。

中国化工学会橡胶专业委员会

2004 年 3 月